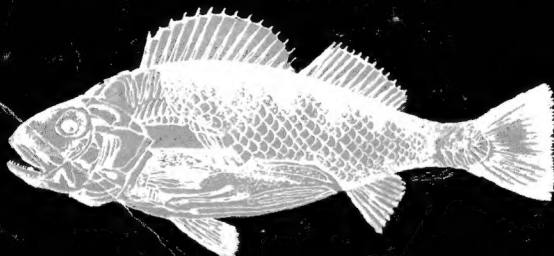
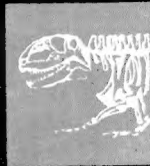


الفقاريات

تأليف: الضريد شيروود رومر



مراجعة

الدكتور محمد رشاد الطوبى

تقديم

الدكتور عبد العزيز سليمان

ترجمة

الدكتور محمد أمين رشدي

الدكتور فوزي ابراهيم عامر

الدكتور عبد الحليم كامل

مجموعة الكتب الدراسية والمراجع الدراسية المترجمة

الفقاريات

نشر هذا الكتاب بالإشتراك

مع

الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية

القاهرة

الفقاريات

تأليف

ألفريد شيرود روبر

ترجمة

الدكتور عبد الحليم كامل

الدكتور محمد أمين رشدي الدكتور فوزي إبراهيم عامر

مراجعة

الدكتور محمد رشاد الطوبى

تقديم

الدكتور عبد العزيز سليمان

الناشر

دار النهضة، مصر للطبع والنشر

الطبعة - القاهرة

هذه الترجمة مريخص بها ، وقد قامت الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق .

This is an authorized translation of THE VERTEBRATE BODY by Alfred Sherwood Romer. Copyright © 1962 by W. B. Saunders Company. Published by W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania.

المشتركون في هذا الكتاب

المؤلف : ألفريد شيرود دوفر : حصل على درجة البكالوريوس من

كلية امهرست سنة ١٩١٧ ، وعلى درجة الدكتوراه من جامعة كولومبيا سنة

١٩٢١ ، وعلى درجة الدكتوراه الفخرية في العلوم من جامعة هارفارد سنة

١٩٤٩ ومن كلية امهرست سنة ١٩٥٢ ومن كلية دارموت سنة ١٩٥٩ ، ومن

جامعة بافالو سنة ١٩٦٠ ، ومن جامعة ليهاي سنة ١٩٦٣ . عمل مدرسا

للتشريح بجامعة نيويورك من سنة ١٩٢١ حتى ١٩٢٣ ، ثم استاذاً مساعداً

لعلم الحفريات الفقارية بجامعة شيكاغو من سنة ١٩٢٣ الى سنة ١٩٣١ ، ثم

استاذاً من سنة ١٩٣١ الى سنة ١٩٣٤ ثم استاذاً لعلم الحيوان ووكيلاً

لقسم الحفريات بجامعة هارفارد من سنة ١٩٣٤ الى سنة ١٩٦٥ ، ومديراً

للمعامل البيولوجية من سنة ١٩٤٤ الى سنة ١٩٤٦ ، ومديراً لمتحف علم

الحيوان المقارن (متحف اجاسيز) من سنة ١٩٤٦ الى سنة ١٩٦١ ، ثم

استاذ الكساندر اجاسيز لعلم الحيوان من سنة ١٩٤٧ الى سنة ١٩٦٥ ،

ورئيساً للمؤتمر الدولي لعلم الحيوان سنة ١٩٦٣ . وهو عضو في عدد كبير

من الجمعيات العلمية من بينها الاكاديمية الوطنية للعلوم ، والجمعية

الأمريكية لعلماء علم الحيوان ، وجمعية تصنيف علم الحيوان ، وجمعية

الحفريات الفقارية ، والجمعية الجيولوجية الأمريكية (زميل) . والجمعية

الأمريكية لعلماء التشريح ، وجمعية علماء الثدييات ، وجمعية علماء الطبيعة،

والاكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم ، وعضو في الجمعية الملكية بلندن ،

بالإضافة الى جمعيات اخرى في كل من الأرجنتين والهند والمانييا . حصل

على عدة ميداليات من عدة هيئات ، من بينها الاكاديمية الوطنية للعلوم ،

والجمعية الجيولوجية الأمريكية ، واكاديمية العلوم الطبيعية بفيلاذلفيا ،

وجمعية الحفريات .

الترجبون :

الدكتور عبد الحليم كامل - استاذ كرسى علم الحيوان التجريبي بكلية العلوم بجامعة عين شمس تخرج في جامعة القاهرة سنة ١٩٣٨ وحصل على درجة الماجستير والدكتوراه في فلسفة علم الحيوان من نفس الجامعة . عين مدرسا بجامعة القاهرة ثم استاذاً مساعداً بكلية العلوم بجامعة عين شمس ثم استاذاً لعلم الحيوان التجريبي . سافر الى انجلترا في بعثة دراسية سنة ١٩٥٢ لزيارة الجامعات المختلفة . عمل استاذاً بكلية العلوم بجامعة الرياض في عامي ١٩٦٢ ، ١٩٦٣ . قام بتأليف « أطلس الحيوان » وكتاب « القرآن الكريم والعلم الحديث » الذي أصدره المجلس الأعلى للعلوم الاسلامية . اشرف على كثير من رسائل الماجستير والدكتوراه في مجالات علم الاجنة والاجنة التجريبي . يشترك بكتابة مقالات شهرية في مجلة « منبر الاسلام » له بحوث عديدة منشورة في علم الحيوان . قام بترجمة كتابي : « كتابك الاول من الثعابين » و « كل شيء عن الثعابين » وهما من الكتب التي نشرها هذه المؤسسة .

الدكتور محمد أمين رشدي - استاذ علم الحيوان المساعد بكلية العلوم بجامعة عين شمس . حصل على درجة البكالوريوس في العلوم بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الاولى من جامعة عين شمس سنة ١٩٥٣ ، وعلى درجة الماجستير من الجامعة ذاتها في سنة ١٩٥٧ ، وعلى درجة الدكتوراه في فلسفة العلوم من مدرسة الصحة وطب المناطق الحارة بجامعة لندن سنة ١٩٦٢ . عضو بجمعيات علمية مختلفة في الجمهورية العربية المتحدة وانجلترا . اسهم في تأسيس كلية العلوم بجامعة البصرة بالعراق والتدريس بها في الفترة من سنة ١٩٦٥ الى سنة ١٩٦٨ . له بحوث عديدة في مجال الطفيليات وميادين اخرى في علم الحيوان .

الدكتور فوزى ابراهيم عامر . عضو هيئة التدريس بقسم علم الحيوان بكلية العلوم بجامعة عين شمس . تخرج في كلية العلوم جامعة عين شمس سنة ١٩٥٤ . وحصل على درجة الماجستير في العلوم في علم الحيوان « التشريح المقارن » سنة ١٩٥٨ ، ثم سافر الى اجازة دراسية الى معهد الوراثة الحيوانى بادنبرة وحصل على درجة الدكتوراه في الاجنة وعلم الاجنة التجريبي سنة ١٩٦٤ . اسهم في تأسيس جامعة البصرة بالعراق وقام بالتدريس بكلية العلوم بها في المدة من سنة ١٩٦٥ الى سنة ١٩٦٨

المراجع : الدكتور محمد رشاد الطوبى - استاذ علم التشريح ورئيس قسم الحيوان بكلية العلوم جامعة القاهرة. تخرج في كلية العلوم جامعة القاهرة سنة ١٩٣٢ ، وحصل على الماجستير من نفس الجامعة ، حصل على درجة الدكتوراه من جامعة لندن سنة ١٩٤٠ . يعمل منذ عدة سنوات في لجان مجمع اللغة العربية التي تقوم بترجمة المصطلحات العلمية ، كما قام منفردا وبالإشتراك مع آخرين بتأليف كثير من الكتب الخاصة بنشر الثقافة العلمية باللغة العربية أو ترجمتها أو مراجعتها ، ومعار في الوقت الحالى لجامعة الرياض .

صاحب المقدمة : الدكتور عبد العزيز سليمان ، عميد كلية العلوم بجامعة عين شمس ، واستاذ ورئيس قسم الحشرات بها . حصل على بكالوريوس العلوم درجة خاصة بمربة الشرف سنة ١٩٤٢ من جامعة القاهرة ، وعلى ماجستير في العلوم سنة ١٩٤٦ من الجامعة نفسها ، ثم على دكتوراه الفلسفة في العلوم (الحشرات) من جامعة مينسوتا بأمريكا سنة ١٩٥٠ . وهو عضو جمعية Sigma XI الأمريكية ، وعضو جمعيات الحشرات المصرية والأمريكية ، وعضو جمعية الطفليات ، والشعبة القومية للعلوم البيولوجية ، ولجنة مكافحة الآفات الزراعية وعضو اللجنة الدائمة لفحص الانتاج العلمى لاساتلة الجامعات . له أكثر من ستين بحثا علميا في مجالى علم الحيوان والحشرات منشورة في المجلات المحلية والأجنبية . اشرف على العديد من الرسائل العلمية التى منح عنها تلاميذه درجات الماجستير والدكتوراه . مشترك في بحث عالمى عن إبادة الماريا مع منظمة الصحة العالمية . مشرف على بحوث دودة القطن بالإشتراك مع وزارة الزراعة عمل خبيرا للحشرات بمنظمة الصحة العالمية في مشروعات إبادة الماريا بسوريا والعراق والسودان في السنوات من ١٩٥٧ الى ١٩٥٩ بالإعارة من جامعة عين شمس . مقرر لجنة البحث العلمى باللجنة المركزية . ومقرر لجنة الدراسات العليا والبحوث بكلية العلوم بجامعة عين شمس ، وعضو لجنة الدراسات العليا والبحوث بجامعة عين شمس . اشترك في ترجمة كتاب « مقدمة في دراسة الحشرات » الذى نشرته هذه المؤسسة .

مصمم الغلاف : الأستاذ/ محمد محمود - معيد بقسم الإعلان وفن الكتاب - كلية الفنون التطبيقية بالقاهرة

محتسويات الكتاب

صفحة	
ك	لماذا هذا الكتاب
١	تقديم بقلم الدكتور عبد العزيز سليمان
٧	الفصل الأول - مقدمة
٢٤	الفصل الثاني - أصل الفقاريات
٤٥	الفصل الثالث - ماذا تعرف عن الفقاريات
١١٦	الفصل الرابع - الخلايا والأنسجة
١٢٧	الفصل الخامس - التكوين المبكر للفقاريات
١٦٣	الفصل السادس - الجلد
١٨١	الفصل السابع - الأنسجة الدموية - الهيكل
٢٥٩	الفصل الثامن - الجمجمة
٢٩٥	الفصل التاسع - الجهاز العضلي
٣٢٣	الفصل العاشر - تجاوزيف الجسم
٣٤٣	الفصل الحادي عشر - الفم ، البلعوم ، أعضاء التنفس
٣٩١	الفصل الثاني عشر - الجهاز الهضمي
٤١٣	الفصل الثالث عشر - الجهاز الإخراجي والتناسلي
٤٦١	الفصل الرابع عشر - الجهاز الدوري
٥٠٩	الفصل الخامس عشر - أعضاء الحس
٥٤٩	الفصل السادس عشر - الجهاز العصبي
٦٠٧	الفصل السابع عشر - أعضاء الغدد الصماء
٦٢٥	الملاحق - ملحق ١ : خلاصة لتقسيم الحيليات
٦٤٢	ملحق ٢ : المصطلحات العلمية
٦٦٧	ملحق ٣ : قائمة المراجع
٦٧٨	كشاف تحليلي

لماذا هذا الكتاب

اتجهت الدولة الى تعريب الدراسة في الكليات غير النظرية التي درجت على تدريس مقرراتها واستخدام المراجع اللازمة لهذه الدراسة باللغة الأجنبية ، كما اتجهت الى الافادة الى اقصى حد من الامكانيات المتاحة لنقل خير المراجع الأجنبية الى اللغة العربية بواسطة الكفايات العربية المتخصصة في الترجمة والمراجعة .

ولقد اختارت الجهات العلمية والتعليمية والثقافية الكثير من الكتب لترجمتها في مختلف فروع العلوم كالكيمياء ، والطبيعة ، والجيولوجيا ، والرياضيات ، والنبات ، والزراعة ، والاحياء ، والحشرات ، والاجتماع ، والتاريخ ، والتربية ، والآلات ، والكهرباء ، والتوجيه المهني ، والفنون ، والمسرحيات ، والمعادن ، والحركات ، والاقتصاد المنزلي ، والطب ، والتصوير .. الخ .

والكتاب الذي بين أيدينا « علم الفقاريات » جاء وليد دراسات متصلة بين الهيئات العلمية في الجمهورية العربية المتحدة والهيئات العلمية التي نبت بينها الكتاب . وهو من الكتب التي طلبها للترجمة المجلس الأعلى للعلوم (سابقا) ، باعتباره مرجعا يفيد منه الطلاب والباحثون في كليات العلوم والطب البيطري والعلمين وقد اختير لترجمته الدكتور محمد أمين رشدي استاذ علم الحيوان المساعد بكلية العلوم بجامعة عين شمس (قام بترجمة الفصول الأول والثاني والرابع والسابع) والدكتور فوزي ابراهيم عامر عضو هيئة التدريس بكلية العلوم بجامعة عين شمس ، (قام بترجمة الفصول الثالث ، والتاسع) ، والدكتور عبد الحليم كامل ، استاذ كرسي علم الحيوان التجريبي بكلية العلوم بجامعة عين شمس ، (قام بترجمة الفصول الخامس والسادس ومن العاشر حتى السابع عشر بالإضافة الى الملاحق) ، كما اختير لمراجعته الدكتور محمد رشاد الطوبى استاذ علم التشريح ورئيس قسم الحيوان بكلية العلوم بجامعة القاهرة ، وذلك لما لهم جميعا من خبرة ودراية في هذا المجال .

والكتاب يتناول دراسة تاريخ الجسم الفقارى بصورة مختصرة ، على أساس التشريح المقارن ودراسة التراكيب الفقارية المختلفة ، ويعالج فيما يعالج دراسة الاعضاء والاجهزة المختلفة لجسم الفقاريات والتركيب العام للجسم الفقارى ، وتاريخ تطور الفقاريات والحيوانات القريبة منها ، كما يتناول شرح الخلايا والأنسجة ، والتكوين الجنينى للفقاريات .

ويمتاز الكتاب الذى نحن بصدده بعمق المادة وتنوع الموضوعات ووضوح الأشكال التى تبنى من الشرح والإيضاح بالإضافة الى أن المؤلف يعتبر من أساطين هذا العلم فى الوقت الحاضر .

وليس ثمة جدال فى أن أبناءنا الطلاب سوف يفيدون من هذا المرجع الوافى بعد أن تم نقله الى اللغة العربية خدمة للدارسين والقراء بوجه عام .

تقديم
بسم
الدكتور عبد العزيز سليمان

ان للإنسان في تكوين جسمه وتركيبه ، وتكوين وتركيب اجسام سائر الكائنات الحية لعمرة . ان ذلك التكوين وكيفية أداء أجهزة جسم هذه الكائنات الحية لوظائفها ليمعز عنه كل وصف . انها بلا شك قوة خارقة ، تلك التي أبدعت التكوين ، والتي ألهمت كلا منها أداء وظيفتها على الوجه الذي يقف عاجزا عن وصفه كل بيان . انها من صنع الله خالق كل شيء ومبدعه صنعا .

ومع ان جميع الكائنات تشترك في هذا الإعجاز والابداع ، الا انها كذلك تختلف من حيث البساطة والتعقيد في التركيب وفقا لتدرج نشأتها وخلقتها وظهورها على وجه البسيطة وتوافقها مع البيئة التي تعيش فيها . وقد استخدم الإنسان ما وهبه الله اياه من مقدرة على الإدراك وامكان استفادته من ملاحظاته ، وخبراته المكتسبة ، فتوفر على دراسة ما حوله من كائنات لمعرفة طباعها ، والحصول على فوائدها ، وتجنب المضار منها .

وقد عمقت دراسات الإنسان على مر الزمان ، ومع توافر الامكانيات ، وتقدم الحضارة ، توسعت دراساته فشملت ما خفى عليه بالنسبة لهذه الكائنات ، سواء في تركيبها الخارجى والداخلى ، أو في اسلوب معيشتها وكيفية تمايشها مع غيرها من المخلوقات .

وكلما تقدم الإنسان علما ومعرفة ازدادت دراساته وضوحا وعمقا .

والدراسات التي يقوم بها العلماء في كل مجال يقدمون حصيلتها للأجيال المتعاقبة لتكون لهم بمثابة ذخيرة للتقدم والتطور العلمى على مر المصور .

وكتابنا الحالى ثمرة من ثمرات دراسة وخبرة الإنسان المعصرى ، العالم المتخصص في مجال علم الفقاريات - توفر فيه مؤلفه على كشف الكثير مما خفى من التكوين والتركيب لمجموعة من أهم المجموعات الحيوانية ؛ الا وهى مجموعة الفقاريات - وجاءت ابواب الكتاب في سرد سهل للحقائق

وتيسر للمعرفة زاد ما لادته العلمية من قيمة ، واضفى على هذا المرجع صفة الأهمية البالغة للعاملين في هذا المجال .

وقد جاء الكتاب في سبعة عشر فصلا ، اثنى فيه المؤلف على جميع ما يحتاج اليه المشتغل بالفقاريات من معلومات .

واشتمل الكتاب على ابضاح تام للتخطيط العام لتكوين جسم الحيوان الفقاري ووصف لمكوناته العامة ، وملائمة كل هذه المكونات لنوع الوظيفة التي يؤديها ، واطر البيئة في اختلاف وتطور هذه المكونات .

ومن بين ما اشتملت عليه أبواب الكتاب من بيانات ومعلومات ابضاح لأصل الفقاريات . وشجرة النسب للمجموعات الرئيسية للفقاريات ، كاسلاف الفقاريات . وقام بجولة في السجل الجيولوجى للفقاريات وسجل تصنيفها لها ، وسرد الأيس التي بنى عليها هذا التصنيف وقام بوصف لمميزات كل مجموعة من أقسامها ، مع ابضاح لأوجه الشبه والخلاف بين هذه المجموعات . وقسم الفقاريات الى طوائفها المختلفة ، وتدرج في تقسيم هذه الطوائف الى أقسام ومجموعات لكل منها مميزاتا وصفاتها الأصلية التي تحدد علاقتها بشئها من الأقسام والتي تؤكد كيانها كمجموعة متناسقة . وتناول بالشرح تكوين الفقاريات الأولية بسيطة التركيب ، ونصف المحبولات ، والمحبولات الدنيا .

وتناول المؤلف وخيف الخلايا والأنسجة التي تدخل في تركيب جسم الفقاريات ، كما ذكر المواد والمركبات الكيميائية الموجودة فيها ، والتي هي عماد اداء الأعضاء والأجهزة لوظائفها الحيوية .

وناقش الكتاب التكوين الجنينى المبكر للفقاريات ، فأتى على وصف أنواع البيض ، وشرح النمو الجنينى من البيضة حتى تميز أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة . وشرح كذلك أنواع خلايا الجسم والطبقات الخلوية الأولية في بعض الفقاريات للنمذجية متدرجا في وصف كل ذلك الى الفقاريات الراقية المتقدمة التكوين . وتوفرت أبواب الكتاب على تناول موضوعات شائعة من أبرزها ما جاء خاصا بتركيب جلد الحيوانات الفقارية ووصف لطبقاته ، السطحية وهي البشرة الأكتودرمية ، طبقة الطبقة الميزودرمية وهي الأدمة . وأوضح التحورات المختلفة في الطوائف الفقارية المختلفة ؛ كالكتلظلات والانتفاخات كوسائل الأقدام في كثير من الحيوانات الأرضية

كالشديدات ، والقشور في الزواحف ، وعلى أرجل الطيور ، وذبول الثدييات - وخاصة القوارض - وكذلك الخالب والأظافر والقرون والريش والشعر والفند المختلفة ، وكذلك أوضح ما نشأ في الأدمة من تراكيب كالدهن والألياف والحببات الملونة وغيرها .

وتلا ذلك وصف للأنسجة الدعامية والهيكل العام للفقاريات وتركيب الحبل الظهري والأنسجة الضامة ، كما تناول شرحاً تفصيلياً لتركيب العظم والفاصل ، وأتى على تصنيف العناصر الهيكلية ، وأوضح تركيب الفقرات والضلع والغصن ومحفظة المخ والهيكل الطرفي والزوائد والهيكل الحشوي بما في ذلك الأقواس الخيشومية في الأسماك . وجاء فيه كذلك اسباب محدود في تركيب ومكونات الجناح الفقارية ، ومنها البدائية للبرمائيات وجميعه الأسماك العظمية والعلبة المخية للثدييات .

وتناول شرح الجهاز العضلي ، ومكونات الألياف ، وتقسيم الأنسجة العضلية ، وعمل الأعضاء الكهربائية في بعض الحيوانات .

ولم يوصف تجاويف الجسم وتكوين السيلوم وتركيبه في الجنين المبكر ، وتجويف التناسل ، والتجويف العام للجسم ، والجيوب الزينية ، والسيلوم في الطيور والثدييات .

وأوضح كذلك تركيب القناة الهضمية ومكوناتها بما في ذلك اللسان والبصوم وتجاويفها ومشتقاتها وما فيها من مكونات كالغشائيم والأسنان والفكوك في كل من الفقاريات الدنيا وتلك المتقدمة في التكوين . وتناول وصف الرئتين في مختلف الحيوانات ، ولم يقف المؤلف عند حد الوصف التركيبي بل تعداه لشرح وظائف الأعضاء ، فتناول بالوصف وظائف الجهاز الهضمي من موى ومعدة وأمعاء وملحقات كالكلبد والبنكرياس .

وتولت أبواب الكتاب تناول كل منها موضوعاً مشوقاً ، ومن هذه الموضوعات دراسة ووصف للجهاز الإخراجي والتناسلي بما في ذلك الأعضاء البولية وتحويلات تراكيبها في الفقاريات ، وكيفية نمو الناسل من مبايض وحصى وتركيب ووظائف كل من مكوناتها . وتناول الجهاز الدوري ووظائفه في الطوائف الفقارية من الدنيا للمتقدمة منها ، وشرح لدم ومكوناته ، والأنسجة المكونة للدم والأوعية الدموية والأجهزة الدموية المختلفة ، وكذلك

الأوعية البمفاوية وشرح للقلب وتكوينه وتطور الدورة الدموية الزوجية فيه .

واهتم الكتاب بتناول اعضاء الحس والاعصاب الحسية وحواس اللمس والشم والبصر والسمع ؛ كل ذلك جاء شرحه بأسلوب مقارن بين طوائفه الفكريات ووصف للجهاز العصبي وعناصره ، وشرح للخلية العصبية والألياف العصبية واشتراكاتها وقوس الانعكاس والاعصاب الشوكية والجهاز العصبي الحشوي والجهاز العصبي الذاتي والاعصاب المخية - وفترج الجهاز العصبي المركزي وعناصره الاضافية ووصف للحبل الشوكي والمخ وتراكيبه المختلفة بأسلوب مقارن ايضا . واختتم المؤلف الكتاب بوصف لافضاء الفند الصماء بما في ذلك وصف الجسم السفلى المخي ، والفند جاريت اللبرقية ، والفند الدرقية ، والجزر البكرياسية ، والانسجة بين الكلبة وقشرة الكظر والنسيج المحب للأصابع ونخاع الكظر وذيل النخاعية، وتناول فترج الأنواع المختلفة من الافرازات الهرمونية واثرها في نشاط الحيوانات المفكارية .

وقد جاء ترتيبه فصول الكتاب بأسلوب علمي شائق وتسلسل متقن
يؤيد القارئ تشوقاً لاستيعاب ما شمله من معلومات قيمة شملت كل ما يهم
المتخصص بالفقاريات.

وكان هذا الكتاب بمثابة موسوعة شاملة عامة في مجال علم التقنيات .
وان هذا الكتاب وان كان قد اهتم اساسا بعلم الفعارات حيث تناول في
جميع ابوابه تجميعا تفصيليا لدراسة استيعاب طوائف الفعارات من انماها
لارتاها واكثرها قديما لولا اننا قد اضطررنا في كثير من ابوابه على مقارنة

القبائل، بعد ان كان في يومنا هذا في الاقاليم التي
ومما لا شك فيه ان هذه القبائل كانت في يومنا هذا
مباشرا على جهة التفتيش، فقامت في القبائل التي كانت في
أمران في التركيب، واداء الوظيفة، فقامت في القبائل التي كانت في
الانسان. كما ان المعرفة في بعض القبائل كانت في يومنا هذا في

من الافادة من الكثير منها اقتصاديا ، وقد توتى مثل هذه الدراسات وتطبيقاتها الكثير من الخير للبشرية بالاضافة للفائدة العلمية المباشرة لما شمله الكتاب من معلومات .

ويعتبر هلم الكتاب مرجعا لا غنى عنه للمشتغلين بعلم الحيوان عامة ويعلم الفقاريات خاصة .

وجاء نقل مادة الكتاب لثراء اللغة العربية بواسطة مجموعة من الزملاء الأكفاء في دقة وأمانة تجعل من الكتاب في صورته المترجمة ذخيرة علمية قيمة واطضافة هامة الى المكتبة العلمية في العالم العربى .

واننى لا توقع ان يلقى هذا الكتاب كل تقدير من الزملاء المشتغلين بعلم الفقاريات .

وارجو ان تتزود به مكثباتنا العلمية ، وان يتسع انتشاره حتى تعمم فائدته بين العلميين من علماء ، وطلاب علم ، والدارسين ، والباحثين ، على السواء .

د . عبد العزيز سليمان

مقدمة

يتناول هذا الكتاب دراسة تاريخ الجسم الفقاري بصورة مختصرة ، على أساس التشريح المقارن ودراسة التراكيب الفقارية المختلفة . وجدير بالملاحظة أن التحورات التي تلمسها في تراكيب جسم الفقاريات مرتبطة بصورة عامة بالتغيرات الوظيفية التي تعترى هذه الحيوانات ، وهي تغيرات متمشية مع الاختلافات البيئية المحيطة وطرق المعيشة المختلفة التي تمارسها الفقاريات في تاريخها الطويل . وقصة تطور الفقاريات مفهومه بوضوح أكثر من تطور أية مجموعة أخرى من الحيوان . كما أن تاريخها معروف تماما وهو يلقي الضوء على الكثير من الأسس البيولوجية العامة . ولذا فالإلمام بتكوين هذه الحيوانات هام جدا بالنسبة للمشتغلين في الأفرع المختلفة لعلوم الحياة . كما أن مثل هذه الدراسة تعطى لدارس الطب مفهوما واسعا لطبيعة وتكوين أحد أنواع الحيوان الذي سوف تتركز عليه دراسته .

وتتناول الفصول ٦ - ١٧ من الكتاب دراسة الأعضاء والأجهزة المختلفة لجسم الفقاريات ، أما الفصل الأول فيستعرض بصفة عامة التركيب العام للجسم مع استعراض لبعض المسائل الهامة ، ويحتوي الفصلان الثاني والثالث على تاريخ تطور الفقاريات والحيوانات القريبة لها . ويتناول الفصل الرابع شرح الخلايا والأنسجة كتراكيب أساسية في الجسم . أما الفصل الخامس فيختص بالتكوين الجنيني للفقاريات .

تخطيط جسم الحيوان الفقاري

التماثل الجانبي : تماثل الحيوانات الفقارية عامة بوجود تماثل جانبي لجسمها . فالجانب الواحد للجسم ما هو إلا صورة معكوسة للجانب الآخر . والتماثل الجانبي صفة ظاهرة أيضا في كثير من الحيوانات اللافقارية ؛ مثل الحفريات ، ومفصليات الأرجل (كالثعابين ، والتمسكات والحشرات وغيرها) . غير أن هناك مجموعات أخرى مثل المجرمعيات وشوكية الجلد لها تماثل شعاعي مختلف تماما عن التماثل الجانبي ؛ إذ تنشعب أجزاء الجسم من محور مركزي . وتتوقف درجة نشاط الحيوان على نوع التماثل في جسمه ؛

فالجوفمعيويات وشوكية الجلد الشعاعية بطيئة عادة في حركتها ، ومعظمها مثبت في القاع ، وان كانت هناك أنواع طافية أو هائمة في الماء ؛ فهي تفضل ان تترك نفسها لفعل تيار الماء من ان تكون سباحة نشطة . اما الفقاريات ومفصلي الأرجل والحلقيات البحرية فهي على العكس حيوانات نشطة ، ويبدو ان هذا النشاط هو أحد العوامل التي ساعدت على نجاح الفقاريات وانتشارها .

مناطق الجسم : في أي حيوان له تماثل جانبي نجد الجسم مقسما الى مناطق متتالية ؛ ففي الحلقيات ، مثلا ، ينقسم الجسم الى عقل متتالية رتيبة ، اما في الحشرات فهناك اندغام لبعض العقل لتكون الرأس ، والصدر والبطن . وللفقاريات ايضا مناطق محددة في الجسم ، بالرغم من عدم امكان مقارنتها بمناطق جسم الحيوان اللافقاري .

وللفقاريات منطقة رأس على درجة عالية من التركيز والتخصص ؛ فهي تشمل اعضاء الحس ، والمراكز الرئيسية للأعصاب كالمخ ، وفما له تراكيب خاصة متصلة به ، وفيها كما في أي حيوان له تماثل جانبي نجد اتجاها كبيرا الى تكوين منطقة رأس تضم تراكيب لها وظائف خاصة ، مركزة في الجزء الامامي من الجسم .

ولكل الفقاريات العليا التي تعيش على اليابسة ، عنق يقع خلف الرأس مباشرة ويصلها بالجسم ، ويساعد على حركتها ، ففي الفقاريات الدنيا - التي تتنفس في الماء - تحتل منطقة الخياشيم مكان العنق ، وقد ارتبط ظهور العنق بتحول الحيوان من الماء للمعيشة على اليابسة . حيث استخدم الرئة بدلا من الخياشيم للتنفس ، ومن ثم اختزلت الخياشيم او اختفت تماما .

ويلى العنق منطقة الجذع ؛ وهي الجزء الرئيسي في الجسم ، وتنتهي عند فتحة الشرج او المذرق . وفي الجذع تقع الاعضاء الرئيسية الداخلية او الاحشاء داخل تجويف سيلومي كبير . وفي الثدييات ينقسم الجذع الى منطقتي صدر و بطن ، تحتوى الاولى على القلب والرئتين داخل قفص من الضلوع ، اما الثانية فتحتوى على معظم اجزاء الجهاز الهضمي واجهزة أخرى . ولا يوجد مثل هذا التمييز المنطقي في الجذع في الفقاريات الدنيا .

وتعتمد القناة الهضمية على طول الجسم في معظم اللافقاريات ذات التماثل الجانبي ، أما في الفقاريات فنجد أن القناة الهضمية والاحشاء الداخلية الأخرى تنتهي قبيل نهاية الجسم بقليل ، حيث يوجد الدليل ، الذي يحتوى على امتداد من الهيكل وعلى عضلات قوية ، ويعتبر الدليل المحرك الرئيسى لجسم الفقاريات البدائية التى تعيش فى الماء ، أما فى فقاريات اليابسة ، فتقل أهمية الدليل ، بالرغم من أنه قوى عند قاعدته وطويل فى كثير من البرمائيات والزواحف . وفى الثدييات يظل الدليل كجزء رفيع فى نهاية الجسم ، وفى بعض الحيوانات ، كالضفادع والقردة والإنسان ، يختفى الدليل تماما كتركيب ظاهر .

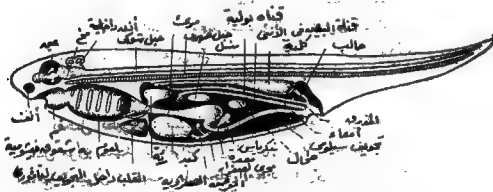
الخياشيم : يعتبر ظهور الخياشيم الداخلية فى صورة شقوق أو جيوب مزدوجة تفتح للخارج فى منطقة البلعوم من أهم الصفات الرئيسية للفقاريات وأقربائها . وفى الفقاريات العليا تحل الرئات محل الخياشيم وتقوم بوظيفتها ، إلا أن الجيوب الخيشومية لا تزال ممثلة فى الأجنة . وفى الفقاريات المائية البدائية تقوم الخياشيم بعملية التنفس ، أما فى كثير من اللافقاريات الصغيرة فنجد أغشية لينة على السطح تساعد فى تبادل الغازات ، وفى الحيوانات الكبيرة ذات الهيكل الخارجى الصلب مشبل القشريات والرخويات ، حيث تكون مساحة السطح صغيرة بالنسبة للحجم ، فتظهر الخياشيم على هيئة امتدادات رئيسية الشكل من سطح الجسم .

وخيوشوم الفقاريات تركيب داخلى له اتصال بالقناة الهضمية ؛ فالماء يدخل البلعوم من خلال فتحة القم . ويمر الى الخارج عن طريق الفتحات أو الجيوب الخيشومية ، وهذه مبطنة بأغشية رقيقة ، يتم خلالها تبادل الغازات بين الماء والدم . وللخياشيم وظائف أخرى فى الفقاريات الدنيا ، فهى تعمل ، بجانب التنفس على جمع الغذاء ، مما يفسر العلاقة الوثيقة بين أعضاء التنفس والقناة الهضمية فى الفقاريات .

الحبل الظهري : يظهر الحبل الظهري فى جثث كل الفقاريات على هيئة حبل مرن يمتد من الرأس الى الذيل ، وقد يختزل أو يختفى فى الطور الياقاع للحيوان ، حيث يحل محله العمود الفقرى . وهو لا يزال واضحا فى الفقاريات الدنيا . ويعتبر الدعانة الهامة للجدع فى الحبلات البسيطة القريبة للفقاريات مثل السحيم .

الجهاز العصبي : يظهر الجهاز العصبي في كثير من اللافقاريات ذات التماثل الجانبي على هيئة جبل عصبي ، بطني أو جانبي ، وغالبا ما يكون مزدوجا . وفي الحبليات يقع الجبل العصبي في الناحية الظهرية لجسم الحيوان أعلى الجبل الظهرى . والجبل العصبي في اللافقاريات مصمت ويتركب من كتل من الألياف العصبية (خلايا دعامية) تمر بين عقد مزدوجة من الخلايا العصبية . أما في الفقاريات فالجبل العصبي مجوف تمر بوسطه قناة مركزية ممثلة بسائل ، وليست به عقد عصبية . وقد أدى تكوين الرأس في اللافقاريات المختلفة الى تركيز للمراكز العصبية فيما يشبه المخ ، أما في الفقاريات فقد ظهر المخ بطريقة مستقلة ، فهو مجوف أيضا ، ومقسم الى اجزاء مميزة ويقع في الطرف الامامى الجبل الشوكى ، وقد ظهرت اعضاء خاصة للحس في منطقة الرأس ، كزوج من العينين ، وكذلك عين وسطية بدائية و اعضاء مزدوجة للشم ، واذنان لهما وظيفة بدائية للتوازن .

الجهاز الهضمي : لكل البعديات ، باستثناء بعض الحالات ، تجويف هضمي له مدخل ومخرج ، وفي كثير من البعديات البدائية ، توجد فتحة واحدة للتجويف ، يستخدم كفم وشرج في وقت واحد . أما في البعديات المتقدمة - كما في الفقاريات - فتوجد فتحات امامية وخلفية ، فيقع الفم بالقرب من الطرف الامامى للجسم . وغالبا ما يكون على الجهة البطنية ، وفي منفصلة الأرجل والحلقيات ، تصل القناة الهضمية الى نهاية الطرف الخلفي للجسم ، أما في الفقاريات فيقع الشرج في نهاية الجذع ، ويكون الجسم فيما وراء ذلك منطقة الذيل .



شكل ١ : مقطع طولى لمخطط طيور فاري نموذجي يبين المواضع النسبية للأعضاء الداخلية

وتتميز القناة الهضمية في معظم الفقاريات الى اجزاء لها وظائف مختلفة ، فبلى الفم البلعوم ثم المرء فالعدة فالامعاء التي تتميز بدورها الى مناطق مختلفة ، وقد يختلف المرء في الفقاريات الدنيا ، كما تختلف المعدة في بعض الفقاريات الأخرى . وتنتهي القناة بفتحة الشرج كما في الثدييات وبعض الفقاريات الأخرى ، أما في معظمها فيكون الجزء الطرفي منها مدرفاً تفتح فيه القنوات البولية والتناسلية الى جانب الأمعاء .

والكبد لها أهمية كبيرة في تخزين الغذاء وتحويله ، وفي الإفراز ، تظهر في الفقاريات على هيئة رطب بطنى مفرد كبير ، يمتد من القناة الهضمية ، ولهذا العضو مثيل في كثير من اللافقاريات .

الكلى : في كثير من اللافقاريات توجد أمضاء أنبوبية شبيهة بالكلية . تعرف بالتفريدات ، تقوم بإخراج المواد الأزوتية الزائدة ، وتحافظ على توازن مكونات السوائل الداخلية في الجسم . وللحليات البدائية ، كالسليم ، تفريدات من طراز معين ، أما في الفقاريات الحقيقية فتندمج الأنبابيب الكلوية في زوج من الكلى ، تقع في الناحية الظهرية لتجويف الجسم ، وتمتد القنوات البولية لتفتح في المذرق ، أو الى الخارج ، بفتحة مستقلة . وقد تظهر بهذه القنوات مثانة بولية لتخزين البول قبل خروجه .

الأعضاء التناسلية : يتميز الجنس في الفقاريات — كما في كثير من اللافقاريات — الى ذكر وأنثى ، كما تتميز الأنسجة التي تحتوى على الخلايا التناسلية الى خصية أو مبيض . وفي اللافقاريات — فيما عدا المجموعات الدنيا منها — توجد قنوات تمر فيها البويضات أو الحيوانات المنوية الى الخارج (غالباً عن طريق المذرق) . وقد توجد مناطق محددة في قناة البيض تفرز غلظاً تشترىا حول البضة أو تخصص لتكوين الصغار .

الجهاز الدوري : يتكون هذا الجهاز في الفقاريات وكثير من اللافقاريات ، من أوعية خاصة تحتوى على سائل الدم ، وقلب نابض يدفع هذا السائل الى الدوران في سائر أنحاء الجسم . ويقع القلب في الفقاريات في الناحية البطنية للجزء الأمامي من الجسم . وفي بعض اللافقاريات يكون الجهاز الدوري من النوع « المفتوح » ؛ فالرغم من وجود قلب يدفع الدم في أوعية مقفلة الى الأنسجة إلا أن الدم لا يستخدم عند عودته الى القلب أوعية من هذا النوع . أما في الفقاريات ، وكذلك في بعض اللافقاريات

العليا ، فالجهاز من النوع المقفل تماما . يمر الدم من القلب في شرايين تتفرع في أنسجة الجسم الى شعيرات دقيقة ، ثم يعود في أوردة الى القلب . وتوجد في معظم الفقاريات اوعية ليمفاوية تساعد على عودة السائل من الخلايا الى القلب . والدم في كثير من اللافقاريات يحتوى على صبغات ذائبة تتكون من مركبات معدنية ، وهي تساعد في حمل الاكسجين . وفي الفقاريات يحمل الهيموجلوبين المحتوى على الحديد ، الاكسجين ، وهو يوجد في خلايا الدم نفسها وليس في السائل . ويمر الدم في الحلقيات من الامام الى الخلف في الوعاء الظهرى ، ومن الخلف الى الامام في الوعاء البطنى ، ويحدث عكس ذلك في الفقاريات ؛ فالدم يمر من القلب في اوعية الى الامام ثم الى اعلى (عن طريق الخياشيم في الحالات البدائية) ، ثم يعود الى الخلف في الناحية الظهرية الى الاعضاء المختلفة في الجلد والدليل . اما الدم من القناة الهضمية فيعود في اوعية بطنية ، تمتد الى الامام لتفتح في القلب .

السيولوم : في بعض اللافقاريات يحيط بالاعضاء الداخلية نسيج ميزودرمى او ميزنكىمى ، اما في البعض الآخر ، فتوجد تجاويف سيلومية ممتلئة بسائل مائى تحيط بالاعضاء الداخلية في الجسم . وتشارك الفقاريات في هذه الصفة ؛ اذ يوجد تجويف بطنى رئيسى يشغل الحيز الاكبر في الجلد ، ويحتوى على معظم اجزاء القناة الهضمية واجهزة اخرى ، كالتناسلية والبولية . اما في المنطقة الامامية من الجسم فيوجد التجويف التامورى الذى يحيط بالقلب . وفي الثدييات يحيط بالرئة تجويف بلورى منفصل .

المضلات : للمضلات في الفقاريات نوعان : مخطط وغير مخطط (او املس) ، ويختلف هذان النوعان في تركيبهما وتوزيعهما في الجسم ؛ فالمضلات المخططة تضم المضلات الارادية في الرأس والجلد والاطراف والدليل ، وكذلك عضلات منطقة الخياشيم . وتضم المضلات غير المخططة اما المساء فتقع غائرة في الجسم ، وتضم عضلات القناة الهضمية . اما عضلات القلب فهي وسط في تركيبها المجهرى بين النوعين السابقين . وتنمو المضلات المخططة في منطقة الجلد على هيئة سلسلة من القطع العضلية على عكس معظم الاجهزة الاخرى .

الهيكل : تتكون معظم القطع الهيكلية الصلبة في كل مجموعات الفقاريات (فيما عدا البدائية منها) من العظم . وهناك هيكل عظمى ادمى (او خارجي) مكون من قطع هيكلية تشبه من حيث الوظيفة ، الدرقات الموجودة في بعض

اللافقاريات ، وهيكل داخلي ينمو في الجنين من غضاريف يحل محلها العظم فيما بعد في الطور اللاحق . وقد توجد تراكيب هيكلية شبيهة بالضرور في اللافقاريات ، أما العظم فيوجد في الفقاريات فقط . وهو مختلف في تركيبه وصفاته عن المركبات الكيتينية أو الكلسية التي تكون هيكل اللافقاريات ؛ إذ يحتوي على فوسفات الكالسيوم في حين أن هيكل اللافقاريات بها كربونات الكالسيوم .

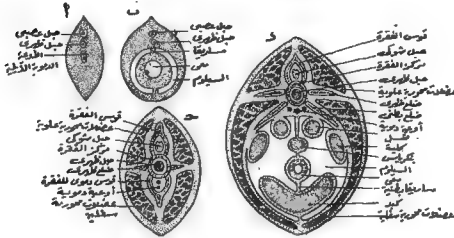
الأطراف : لمعظم الفقاريات زوجان من الأطراف : صدرى وحوضى ، على هيئة زعانف أو أرجل . وهى متميزة بشكل واضح في الفقاريات العليا ، أما في الفقاريات الدنيا فتكون ضعيفة التكوين أو غير موجودة . وعلى عكس أطراف مفصلي الأرجل تتكون هذه الأطراف من عناصر هيكلية داخلية وعضلات تساعد على حركتها إلى أسفل أو إلى أعلى .

التعقيل : تبدو ظاهرة التعقيل واضحة تماما في مفصلي الأرجل والحلقيات ، وهى تكرر لأجزاء من الجسم على هيئة عقل ذات ترتيب متسلسل . وفي الحلقيات يكون التعقيل أصيلا وظاهرا ، أما في مفصلي الأرجل فيكون التعقيل واضحا في الجنين أو في اليرقات ، وقد لا يكون واضحا في الحيوان البالغ .

والفقاريات معقدة أيضا ، ولكن التعقيل فيها محدود ويختلف عنه في اللافقاريات ، حيث يبدو واضحا في كل التراكيب المختلفة من الجلد بالخارج إلى القناة الهضمية بالداخل . ولا يظهر تعقيل في جلد الفقاريات أو في قنواتها الهضمية ، ولكنه يقتصر فقط على عضلات الجلد . وعلى ذلك فالهيكل الذى تتصل به هذه العضلات وكذلك الأعصاب التى تنفذها لها أيضا صفة التعقيل .

مقاطع الجسم : (شكل ٢) . لقد استعرضنا بعض الأجهزة البانية وليسوف نستعرض هنا بإيجاز التفضى العام في جسم الحيوان الفقارى ؛ وأشرنا في كثير من الحالات إلى وضعها في الجزء الأمامى أو الخلفى من الجسم كما نشاهد في مقطع عرضي . فإسطة المناطق تركيبها هو الدليل . فهو يبدو واضحا في كثير من الفقاريات . ومقطع الذليل (شكل ٢ ، ١ ، ج) يكون ببساطة في الحالة النموذجية ومغطى بطبقة الجلد . ويحتل الجبل الظهري أو مركز الفقرات ، مكانا أعلى الوسط في منطقة الذليل ؛ ولكن تمتد

أسفل الحبل الظهري اوعية دموية ذيلية . اما الاجزاء المتبقية في الذيل
فممثلة بالعضلات القوية التى تترتب في كتل متساوية على الجانبين ، ويقع
بينهما حاجز وسطى علوى وسفلى .



شكل ٢ : مقاطع عرضية في جسم حيوان ثديى ، أ ، ب مقاطع مبسطة مارة بالذيل والجذع ،
مبينة التركيب الأساسى للجذع في شكل أبوة مزدوجة ، في منطقة الذيل تخفى
« الأبنوة الداخلية » للمى . ج ، د . مقاطع تخطيطية موضحة مواضع التراكيب
الأساسية في الذيل والجذع .

والمقطع النموذجى في منطقة الجذع يبدو مقمدا نوعا ما في التركيب ،
حتى في أبسط الحالات تعميما كما في شكل ٢ ب . ويمكن ان ننظر الى
الجذع على أنه جهاز أنبوبى مزدوج ، يشبه في تركيبه الاطار الخارجى
والداخلى لمجلة السيارة . والانبوية الخارجية تحتوى على العناصر الرئيسية
التي توجد في مقطع الذيل ، وهى الحبل الظهري والانبوية العصبية
والعضلات الممتدة على كل جانب تحت طبقة الجلد الخارجية ، والتي تحيط
من الداخل بتجويف يمكن مقارنته بالجزء المحتوى على الاوعية الدموية أسفل
الحبل الظهري في منطقة الذيل ، وقد اتسع كثيرا ليصبح تجويفا سيلوميا
في البطن . ومع تكوين هذا التجويف المتسع أصبح « للانبوية الخارجية »
للجذع سطح خارجى وآخر داخلى ، فالسطح الخارجى يغلف التجويف
البطنى ويعرف بالبريتون ، اما الداخلى فيعرف بالبريتسون الجدارى .
الجزء الذى يقع بين تجويف السيلوم ووسط الجسم يعرف بجدار الجسم .

اما « الأنوبة الداخلية » فهي أصلا إنوبة المى ، والبطانة الخارجية التى تغلفها تعرف بالبريتون العشوى . أما البطانة الداخلية فهي طلائية . القناة الهضمية ويقع بين هاتين البطانتين عضلات ملساء وأنسجة ضامة . وتتصل القناة الهضمية فى الجنين « بالأنوبة الخارجية » من الظهر والبطن بواسطة مساريقا ، مكونة من أغلفة رقيقة من نسيج محاط من كل جانب بالبريتون (شكل ٢) ، ويظل المراق الظهري الذى يملو القناة الهضمية موجودا ، أما المراق البطنى فغالبا ما يختفى فى معظم أجزائه فى أثناء النمو .

ومع اننا سوف نتناول بالتفصيل ترتيب الأعضاء التى تقع فى التجويف السيلومى ، فى فصل خاص فيما بعد الا أننا نستعرض هنا موضع الاحتشاء العامة . ففى شكل ٢ د ، نرى ان القناة الهضمية ليست تركيبا انبوبيا بسيطا ، لكنها متصلة بأعضاء أخرى كالكلبد التى تقع فى الناحية البطنية ، والبنكرياس فى الناحية الظهرية ، وهذه الأعضاء تراكيب وسطية تنمو فى المساريقا البطنية والظهرية . كما أن هناك أعضاء أخرى تقع فى تجويف الجسم لكنها تنشأ من أنسجة خارجية عنه مثل الكلى التى تمتد من الحافات العليا الجانبية للتجويف . والمناسل ، كالخصى والمبايض ، وهى تمتد من الجزء الوسطى للحافة العليا لتجويف البطن .

المستوى والاتجاهات

بالرغم من أن لجسم الحيوان الفقارى تماثلا جانبيا محبدا ، فإن هناك حالات تشد كثيرا من هذه القاعدة . فالأعضاء التى تنشأ أصلا فى الخط النصف للجسم ، تغير موضعها كالقلب والمعدة والأمعاء التى تلتف على نفسها بطريقة غير متماثلة . كذلك نجد تفسيرا كبيرا فى الأعضاء المزدوجة ، فالمبايض فى الطيور يبقى منها مبيض واحد فقط فى الناحية اليسرى ، بينما يختفى المبيض الآخر فى الحيوان اليافع . وتبلغ ظاهرة عدم التماثل أقصى درجة فى سبكت موسى حيث يتأثر شكل الجسم العام نتيجة لتغير جانبيه الجسم ليصبخا السطح العلوى والسفلى للحيوان .

ومن الناحية النظرية أو العملية ، يمكننا عمل سقاطع فى مستويات مختلفة للجسم وبزوايا مختلفة أيضا . فيكون القطع عرضيا اذا قطع الجسم الى شرائع عرضية . اما اذا كان القطع رأسيا او طوليا من الامام (البوز)

الى الخلف (الدليل) فيكون المقطع سهمة ، وأحيانا يقتصر هذا الاصطلاح على مقطع أسفل الخط المنصف للجسم ويسمى المستوى نصفى سهى ، والمقاطع المائلة في جانب أو آخر تسمى جنب سهية ، غير أن كل هذه المقاطع تدخل ضمن المقاطع السهمية .

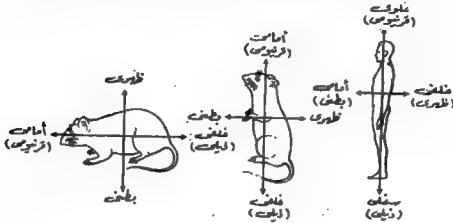
أما المقاطع المارة افقيا بطول الجسم فتسمى مقاطع جبهية نظرا لمرورها موازية لجبهة الحيوان .

واتجاه مواضع الأعضاء في الجسم هام جدا في شرح علاقتها التركيبية وتسميتها . فالرأس والدليل في جسم معظم الفقاريات نهايات يتحدد على أساسها اتجاه حركة الحيوان . ولذلك نستخدم لفظ أمامي و خلفي في هذا الصدد . وهناك اصطلاحات مماثلة قليلة الاستعمال مثل القرونوسمي والدليلي . والأسطح العلوية والسفلية للجسم غالبا ما تسمى بالسطح الظهري والسطح البطنى . وفي المستوى العرضي يتحدد الوضع بالنسبة للخط المنصف للجسم ، فيستعمل لفظ وسطى للوضع تجاه الخط المنصف وجانبى للاتجاه البعيد .

وهناك اصطلاح رابع يستخدم أيضا في تحديد الاتجاهات . فالقريب يشير الى الجزء القريب من مركز الجسم أو محوره ، أما البعيد فيشير الى الجزء البعيد من المركز ، وهذه الاصطلاحات صالحة بالنسبة للأطراف والتركيب الدالية . أما في الرأس والجذع فهى غير واضحة ، بيد أنهما تستعمل للأجزاء القريبة والبعيدة للأعصاب بالنسبة للجبل الشوكى أو المخ ، كمراكز وسطية في الجسم . وكذلك في الشرايين بالنسبة للقلب .

أما الاصطلاحات الرئيسية لاتجاهات الجسم فهى الأمامى والخلفى ، والظهري والبطنى ، وهذه تنطبق على كل الفقاريات الا الانسان ، فهو حالة خاصة لانه يقف رأسيا على الأرض . ولذا فهذه الاصطلاحات لا تنطبق عليه تماما وله اتجاهات خاصة به . فاتجاه الرأسى علوى . والأرجل أو « الدليل » سفلى ، وهذه مصطلحات يستخدمها الأطباء . والظهر في الانسان يكون في وضع خلفى ، أما البطن فوضعه أمامى ، وهذان المصطلحان بديلان للظهري والبطنى في بقية الحيوانات الأخرى ، ولهما وضع خاص بالنسبة للتشريح . فمثلا ، لكل عصب شوكى جلودان (راجع شكل ٣١٤) ، خلفى وأمامى ، وإذا ما قام أخصائى الأعصاب بفحص أعصاب فار مثلا ، فتصبح

هذه المصطلحات مختلفة تماما وغامضة ؛ إذ ليس لعصب الفار جلد أمامي وآخر خلفي . ولا صمغ أن لكل من الإنسان والفار جلدورا عصبية ظهرية وبطنية ، وكان من المعتاد أن تستخدم هذه المصطلحات للإنسان . وحديثا اتفق المهتمون بتشريح الإنسان على استخدام مصطلحات الظهري والبطني ، بدلا من الخلفي والأمامي حتى تكون اصطلاحات موحدة لكل الفقاريات .



شكل ٣ : رسم تخطيطي يبين مدى التباين في استخدام مصطلحات المستوى والمستوى والاتجاه في فقاريات عادية وفي الإنسان .

التشابه التركيبي

لقد لاحظ الباحثون في علم الحيوان منذ زمن طويل ، وجود نمط تشريحي أساسي مشترك في الحيوانات التي تقع تحت مجموعة كبيرة وأحدها وأن نفس الأعضاء موجودة في كثير من حيوانات المجموعة الواحدة ، أن لم يكن فيها جميعها ، مع بعض تحورات في الشكل أو الحجم ، أو الوظيفة بالنسبة لطرق معيشتها وعاداتها . ومع قبول نظرية التطور في الستينات والسبعينات في القرن الماضي ، اهتم العلماء بفكرة التشابه التركيبي التي تزعم أن أعضاء الفرد في مجموعة حيوانية ما قد انجذرت مع شيء من التحور من أعضاء جائلة أساسية كانت موجودة في سلفها المشترك . وقد استمرت الأبحاث لتتبع هذا التشابه التركيبي في الحيوانات سنوات كثيرة في ذلك الوقت ، وكانت النتائج مثيرة ومشجعة ، فقد وجد أن عظيمات السمك الثلاث في الأذن الوسطى للإنسان (الفصل ٥) كانت جزءا من الجهاز التكي في أسلافنا من الأسماك ، وقبل ذلك كانت جزءا من دماغات الخياشيم في أسلاف الفقاريات . والمعضلات التي تساعدنا على الضحك مشتقة من

العضلات التي كانت تساعد أسلافنا من السمك لدفع الماء خلال الخياشيم . والأعضاء ذات التشابه التركيبي نمنى بها تلك الأعضاء المماثلة ، أو هي نفسها ، في مجموعة من الحيوانات التي ندرسها . وقد يعتقد البعض أن المقصود « بالأعضاء نفسها » هو أن الكتلة الحقيقية للعضو كالأطراف أو الرئة أو العظم ، مثلا تنتقل من جيل إلى جيل ، ولكن هذا الاعتقاد خاطئ ، فكل عضو يخلق من جديد وعلى حدة في كل جنين ، وليس التشابه التركيبي بين نفس الأعضاء إلا تشابها في العمليات التي يتم بها تكوين هذه الأعضاء المتشابهة . وقد حقق التقدم في علم الوراثة هذه الفكرة ، وقدم لنا أدلة قوية لتفسير هذه العمليات . فهي تقع تحت تأثير وحدات وراثية ، هي الجينات ، وهي تراكيب دقيقة يقدر عددها ببضعة آلاف في كل خلية حيوانية . وتوجهه الجينات التي تنقل من الأبوين إلى البينة المخصبة نمو الفرد ، كما تستطيع كل جينة أن توجه نمو عدد من التراكيب أو الأعضاء في الجسم بما يرضى أن كل عضو يقع في أثناء تكوينه تحت تأثير أو توجه عدد من الجينات . فإذا ما ظلت الجينات كما هي من جيل إلى جيل ، فسوف يظل العضو المتكون كما هو (باستثناء بعض المؤثرات البيئية أو البيئة التي قد تؤثر في الفرد نفسه) ، وبذا يكون التشابه التركيبي حقيقة مطلقة .

وقد تحدثت تغيرات في الجينات ، كما في الطفرات ، وهذه تحدث بدورها تغيرات في التراكيب التي تسيطر عليها هذه الجينات . وقد تفاوتت التأثيرات الناتجة في تكوين هذه التراكيب ، وذلك بقدر التغيرات التي تحدث في الجينات نتيجة الطفرة . فإذا ما أحدثت الطفرات تأثيرا طفيفا في بعض الجينات ، فيكون التنوع في الأعضاء قليلا ، وتحتفظ بتشابهها للأعضاء المماثلة في الأبوين . أما إذا كان التأثير قويا فإن ذلك يحدث تحورات كبيرة بما يجعل الأعضاء بعيدة عن تشابهها التركيبي لأعضاء الأبوين . وفي الواقع أن دراسة التشابه التركيبي للأعضاء ما هي إلا دراسة للظواهر التي تعدها الجينات ، وإذا ما عرف التركيب الوراثي لكل طراز من الحيوانات المختلفة فإن التشابه التركيبي بين الأعضاء يكون متوقفا على تشخيص الجينات التي تكونها . ويكون ذلك صعبا ، إذ أن كثيرا من الحيوانات لم يصرف تركيبتها الوراثي بعد .

والآن ما أحسن الطرق لإثبات التشابه التركيبي ؟ الوظيفة ليست وحدها طريقة مؤكدة ؛ إذ أن الأعضاء المتشابهة في حيوانين مختلفين قد

يؤدي وظائف مختلفة . وقد دلت المشاهدات على أن الشكل والحجم أو اللون في تركيب معين قد تعطي دليلا إيجابيا على التشابه . كما أن التشابه في الوضع التشريحي للأعضاء والعلاقة بينها وبين الأعضاء المجاورة مفيد جدا في معرفتها . وأهم من ذلك التشابه في النمو لهذه الأعضاء ، إذ نجد أن الأعضاء المختلفة تماما في الحيوان اليافع قد يكون لها تشابه تركيبى في مراحل نموها المبكر .

والتشابه التركيبى مختص بتركيب الأعضاء ، ولقد اقترح البعض أن يمتد هذا التشابه ليشمل الوظائف أيضا . ولكن هذا الاقتراح لم يجد استجابة كبيرة من الباحثين . ولذا ظهر اصطلاح آخر هو **التشابه الوظيفى** ليوازى التشابه التركيبى ويسير معه . فالأعضاء التى لها تشابه وظيفى هي التى لها وظائف مماثلة ، وإن كانت هذه الأعضاء غير متشابهة تماما من حيث التركيب . فالرئة وخياشيم السمك أعضاء متشابهة في الوظيفة إلا أنها مختلفة تماما من بعضها من حيث التركيب .

اللامعة والتطور

لقد أدى حدوث التطور الى ظهور تحورات مختلفة في التراكيب والوظائف لأعضاء جسم الفقاريات ، ولا يمكننا أن نجري دراسة مقارنة للفقاريات دون أن نأخذ في الاعتبار بعض الآراء العامة لطبيعة العمليات التطورية التى حدثت لها . فأغلب التغيرات التركيبية والوظيفية في جسم الفقاريات كانت نتيجة تحورات للامعة البيئية وطرق المعيشة . ولا يسع المجال هنا للدراسة كيفية حدوث هذه اللامعات ، ولكننا سوف نتناولها بشيء من الإيجاز . فنحن كثيرا ما نتكلم عن التغيرات التى تحدث للامعة كما لو كان الحيوان يرغبها ، أو أن حاجته ورغبته هذه قد أظهرت تراكيب جديدة ، أو أحدثت تغيرات في تراكيبه . فقد يكون مفيدا للسمك أن يعيش على الأرض ، أو يكون لنفسه أرجلا ، أو قد يكون جميلا لاسلاف البقرة المبكرة أن تكون لنفسها أسنانا قوية تستطيع أن تاكل بها الحبوب والأعشاب . ولكن الواضح أن هذه الأفكار خاطئة . والواقع أن بعض نظريات التطور كانت ولا تزال تشجع هذه الآراء . فهى تعتبر أن التطور ظاهرة غير طبيعية . وأن التغيرات حدثت نتيجة لحاجة ملحة داخل الحيوان نفسه، أو نتيجة لتخطيط معين لقوة أقوى من الطبيعة . وبما أن هذه النظريات غير علمية فلا يمكن إثبات صحتها بطريقة علمية . وعلينا أن نبحث عن تفسيرات مقبولة لحدوث التطور مثبتة على أسس وحقائق معلومة .

ولول محاولة لتفسير التغيرات التركيبية التي حدثت في أثناء التطور كانت للعالم لامارك منذ أكثر من قرن مضى ، فقد كان يعتقد في توارث الصفات المكتسبة من خلال الاستعمال أو عدم الاستعمال . فإذا استطاعت أسلاف الزراف أن تمد رقابها لالتقاط أوراق الشجر في الأغصان العليا ، فإن تأثير هذا الاستمداد يكون (كما نقول نظريته) قد انتقل إلى أفراده جيلا بعد جيل . ويكون ظهور عنق طويل قد تم تدريجيا وبطريقة متوارة . كذلك أن كانت أسلاف الثعابين من الزواحف قد توقفت عن استخدام أرجلها في الحركة ، فإن عدم استعمال هذه الأرجل قد أدى إلى اختفائها تدريجيا ، وقد يبدو أن نظرية لامارك بسيطة وطبيعية جدا ، لكنها أصبحت الآن ضعيفة فلا يستطيع أحد الآن أن يبرهن عليها على صحة هذه النظرية بالنسبة لتوارث الصفات المكتسبة .

فالتركيب المفيدة للحيوان قد تزداد في الحجم والتعقيد بمرور الوقت ، أما تلك التي لا حاجة لها في الجسم فتضمحل أو تختفي . ولا يوجد دليلا على أن الاستعمال أو عدمه لبعض أجزاء في جسم الفرد له تأثير من أي نوع في بنیان الجسم في الأجيال التالية .

ولقد اثبت علم الوراثة في السنوات الأخيرة أن التغيرات التطورية تعزى إلى الطفرات . فقد تحدث الطفرات بغض تأثيرات ، ولكنها تؤدي إلى ظهور تحورات طفيفة جدا ؛ فالطفرة في ذبابة الفاكهة مثلا ، قد لا تؤدي إلى أحداث تجور واحد اللهم إلا في انقسام شوكة ما . ونحن لا نفهم تماما الطرق المختلفة التي تحدث بها الطفرات ، بالرغم من أننا نزداد معرفة باستمرار بالتركيب الكيوي للجينات ، وكذلك بالمؤثرات الكيوية الفيزيائية (مثل الإشعاع) التي تلعب دورا هاما في أحداث الطفرات . وبالنسبة لنظريات التطور فهناك نقطتان هامتان ، أولاها عدم وجود أي دليل على التوجيه أو التخطيط في الطفرات ؛ فهي تحدث بدون نظام معين ، وقد تكون نافمة أو ضارة أو متبنة . وثانيتهما عدم وجود دليل على أن الطفرات علاقة ما بالاستعمال أو عدم الاستعمال في أعضاء الجسم . كما أن الصفات المكتسبة في الفرد ليس لها تأثير معين في طبيعة الطفرات في جينات الخلايا التناسلية ، مع أن تأثير هذه الطفرات قد يظهر في الجيل الناتج .

فعملية الطفرة إذن يبدو أنها تغيير عشوائي لا يتبع نهجا معينا . ويبدو أن تطور الفقاريات قد أدى إلى التغيرات بالطفرات . وقد أجاب دارون من قرن مضى على هذا السؤال . فلقد كان يجهل تماما علم الوراثة الحديث ،

كما نحن نعرفه الآن ، ولكنه تنبأ بوجود بعض عمليات وراثية ، كالتى نعرفها الآن . فبمساعدة هذه الطفرات يعمل قانون الانتخاب الطبيعي على اقصاء الأفراد الضعيفة غير الصالحة والاحتفاظ بالأفراد القوية الصالحة للبقاء ، حيث تنقل طفرة أو مجموعة من الطفرات الى الخلايا التناسلية . ومن الملاحظ ان بعض الحيوانات التى تتكاثر ببطء تنتج أفرادا كثيرة منها ما يموت قبل ان يصبح يافعا ويتكاثر . وهذه هى سنة الطبيعة فى الإبقاء على الأصحح . كما تلعب المصادفة دورا هاما فى هذا الانتخاب . ولقد دلت التجارب والملاحظات على ان حدوث أقل طفرات فى اتجاه ملائم قد يساعد على تكوين أفراد كثيرة لنوع ما فى أقصر وقت . وهذا الانتخاب الطبيعي لمثل هذه الطفرات يبدو ان له دورا هاما فى التغيير التطورى .

والتطور عملية معقدة جدا ، أكثر من كونها مجرد انتخاب ملائم لبعض الصفات التى تظهر فى الفرد . ونلاحظ مثلا ان الجينات العادية مزدوجة فى خلايا كل حيوان ، بواقع جينة فى كل من الذكر والأنثى ، فاذا اختلفت الجينتان فى قدرتهما الكامنة ، فتسود واحدة على الأخرى فى التركيب والوظيفة التى تسيطر عليها فى الجسم ، ومن ذلك نرى ان الانتخاب ليس له تأثير كبير فى العنصر الضعيف فى هذه الجينات ويكون بذلك متنجها ، الا اذا كانت الجينتان المختصتان متنجيتين بالمصادفة . وعلى ذلك فلا يمكن ان تختفى الطفرة المتنحية تماما ، حتى اذا كانت ضارة جدا لسلالة الحيوان التى ظهرت فيه . ومن المعقول ان تنشأ ظروف خاصة فى البيئات المتغيرة ، تتأثر فيها السلالة بظهور الصفات المتنحية أو مجموعات مركبة منها ، تكون نافعة جدا اذا ما اجتمعت فى فرد منها ، وينتج عن ذلك تفسير تطورى فى السلالة كلها .

العلاقات بين السطح والحجم

كثيرا ما نلاحظ وجود أفراد كبيرة وأخرى صغيرة فى اية مجموعة من الحيوان ، تختلف فيما بينها فى الحجم النسبى للأعضاء المختلفة ، ويرجع ذلك الى القاعدة الرياضية التى تنص على أن أى تغيير فى حجم الجسم يصابه ازدياد (أو نقصان) فى السطح ، يتناسب طرديا مع مربع أبعاده ، فى حين تتغير الأحجام تغيرا طرديا مع مكعب هذه الأبعاد .

(٢٢ - نظريات)

وتنطبق هذه القائمة على الحيوان ؛ إذ أن العلاقة بين سطح الحيوان وحجمه ملحوظة في كثير من الصفات التركيبية أو الوظيفية في الفقاريات . فمثلا تتناسب قوة الرجل (كأي عمود دعائم) تناسباً طردياً مع قطرها ، أو مساحتها في المقطع العرضي ، على حين يتناسب الوزن الذي تتحمله طردياً مع مكعب أبعادها . وعلى ذلك فلا يمكن أن يكون للفيل أرجل تشبه أرجل - الفزال ، كما أن كمية الغذاء التي يحتاج إليها الحيوان النشط تتناسب طردياً مع حجمه ، وكمية الغذاء التي تمتص في أمعائه تعتمد على مساحة سطح جدارها . والحيوانات الكبيرة لها أمعاء طويلة أو معقدة في تركيبها ، لتهدئ سطحاً كبيراً جداً مناسباً لاتمام عملية الهضم .

التسمية العلمية

يقابل من يدرس مورفولوجية الفقاريات أسماء كثيرة ومصطلحات غير مألوفة خاصة في التراكييب التشريحية . وهذه غير الأسماء كثيراً ما تكون غير متداولة في حياتنا اليومية ، ولكنهما مصطلحات محددة وعلى مستوى عالٍ بالنسبة لمن يدرس الفقاريات ، ويفهمها الباحثون في أية دولة من دول العالم . فهم مصطلحات لاتينية بالنسبة إلى استعمال هذه اللغة قديماً عندما بدأت دراسة تشريح الحيوان . وحتى إذا استعصى على أحد إيجاد لفظ لاتيني لتركييب ما فكان يجد له أصلاً يونانياً ، ويصوغه في قالب لاتيني . وتجد بعض الملاحظات الخاصة بتكوين المصطلحات التشريحية في الملحق الثاني في نهاية الكتاب . واليوم توقف استخدام اللغة اللاتينية تماماً للكتابة في كثير من الكتب العلمية . أما المصطلحات اللاتينية فباقية كما هي ، ولا يمكن الاستغناء عنها مطلقاً ، غير أننا قد نحورها في صيغة الجليزية ، ولكنها تحمل نفس اللفظ والمعنى ، كاستعمال العضلة . « الدالية » في الكتف أو العظم « الجداري » ، وهكذا .

واللغة اللاتينية لها أصول وقواعد ونهايات محددة ذات معنى مفهوم ومستقل ، وإلى عهد قريب كانت أصول اللغة اللاتينية تدرس لكل طالب

(*) التأكيد هنا على نشاط الحيوان نفسه وليس على عمليات الأيض التي تحدث في حالة سكونه .

يدرس علوم الحياة . ولقد اتفق على استخدام نفس المصطلح اللاتيني لاي جزء أو تركيب في حيوان ندى مثلا في كل الحيوانات الأخرى ، ولو أنه قد يختلف في مظهره من حيوان الى حيوان ، فالترقوة مثلا تستخدم في الانسان والتديبات الأخرى ، وكذلك تطلق على نفس التركيب المشابه في الزواحف والبرمائيات والأسماك وهكذا . غير أنه كثيرا ما يستخدم المصطلح خطأ على تراكيب غير متشابهة . وعلينا أن نكون حريصين في استخدام اللفظ السليم على نفس التركيب في الحيوانات المختلفة .

وقد عقد مؤتمر في بازل بسويسرا منذ سنوات مضت ضم عددا كبيرا من المشتغلين في مدارس مختلفة في العالم ، وتم وضع مصطلحات ثابتة لاستخدامها في كل مكان ، خاصة في تشريح جسم الانسان ويطلق عليها « مصطلحات بازل للتشريح » ، كذلك عقد مؤتمر في باريس سنة ١٩٥٥ ، يوضع نظام معادل للمصطلحات الطبية ويطلق عليها « مصطلحات باريس للتشريح » .

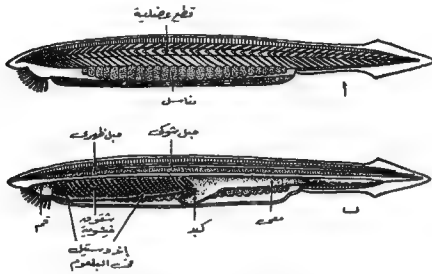
الفصل الثالث

أصل الفقاريات

هناك كثير من الحيوانات قريبة جدا للفقاريات ، بالرغم من عدم وجود عمود فقارى فيها . الا أن دراستها تسهم كثيرا فى معرفتنا لتركيب جسم الحيوان الفقارى وسجله وتاريخه . و بالرغم من قصور معلوماتنا عن الأسلاف المبكرة للفقاريات الا أن موضوع أصلها ، أو سلسلة نسبها يستحق شيئا من الاهتمام ، وهذا ما سوف نتناوله فى هذا الفصل من الكتاب . فالحبليات البدائية لها قرابة كبيرة بالفقاريات . كما توجد علاقة بين الفقاريات وبعض شعب اللافقاريات ، يمكن أن نستخلص من دراسة هذه المجموعات أصلا مقبولا للفقاريات .

تكون الفقاريات جزءا صغيرا من شعبة الحبليات ، بالرغم من كثرة أنواعها وأجناسها . فبالرغم من أن الحبليات الدنيا تفتقر الى وجود عمود فقارى ، وكثير من التراكيب المتقدمة التى توجد فى الفقاريات الا أنها تشترك معها فى صفات أساسية ، لا توجد فى أية مجموعة أخرى من شعب المملكة الحيوانية ، مما يؤكد العلاقة القريبة بينها وبين الفقاريات . ولفظ الحبليات يعنى بالدرجة الاولى وجود حبل ظهري أو تراكيب مماثلة له ، كما أنها تمتاز أيضا بوجود حبل عصبى ظهري ، وفتحات خيشومية فى منطقة البلعوم .

السهم : تنقسم الحبليات الى تحت شعب اربع مرتبة ترتيبا تصاعديا ، فهى تبدأ بالنصف حبليات ، فالذيلحبليات فالراسحبليات ثم أخيرا الفقاريات . ولكننا هنا سوف نعكس هذا الترتيب وتبدأ الحبليات الدنيا بالراسحبليات حيث توجد أوجه شبه كبيرة بينها وبين الفقاريات . وهى تشمل عددا قليلا من الأنواع تعرف جميعها بالسهم (الامفيوكسس ، شكلى ؟ ، ه) ، وهى حيوانات مائية شبيهة بالأسماك فى مظهرها ، وتكثر فى المياه البحرية الضحلة ، والشكل العام للسهم يوحى بأن الحيوان قوى فى السباحة فى الماء ، غير أن زعانفه الضعيفة تجعله يمشى معظم أوقاته مدفونا فى رمال القاع ، لا يبرز منه غير الجزء الأمامى فقط من الجسم .



شكل ٤ : السهم ، « حبلو بدائي » ١ ، كما يرى من خلال جلده الشفاف ،
ب . مقطع سهمي (من جريجوري) .

وبالرغم من أن للسهم مظهر السمك إلا أنه بدائي جدا من الأسماك ، فليست له زعانف مزدوجة أو عمود فقاري أو جمجمة أو ضلوع ، وإنما توجد فقط تراكيب شبيهة بالفخروف تدمم الفتحات الخيشومية أو الزعنفة الظهرية وأجزاء الفم . والحبل الظهرى هو الهيكل الدعامى الرئيسى فى جسم السهم ، ويظل موجودا فى كل أطوار الحيوان ، وعلى عكس الفقاريات يمتد الى نهاية الطرف الأمامى من الجسم ، وهى صفة تتفق مع اسم المجموعة التى يتبعها الحيوان . ويعمل الحبل بمثابة « مشجب » تتدلق عليه باقى أعضاء الجسم . ويعمل الحبل الظهرى ، « حبل عصبى أجوف » ، تخرج منه أعصاب جانبية متكررة ، وينتفخ الحبل العصبى قليلا فى الأمام ، غير أن هذا الانتفاخ لا يكون مخاف حقيقيا للحيوان . وتوجد آثار لأعضاء حسية قد تماثل العين والأنف . وتتكون العضلات كما فى الأسماك من قطع عضلية متكررة على جانبي الجسم ، تأخذ شكل حرف V ، وتناوب انقباض هذه العضلات على الجانبين يؤدى الى الحركة السريعة فى أثناء السباحة .

والجهاز الهضمى بسيط التركيب . فتجريف الفم محاط بدائرة من اللبوابات البارزة ، ويمتد البلعوم الى حوالى منتصف الجسم . ويؤدى الى معى أنبوبية بسيطة غير متميزة تماما الى مناطق واضحة ، غير أن التغيرات الكيميائية للفراغ تثبت أن الهضم يتم فى الجزء الأمامى من المعى ، والإمتصاص

في الجزء الخلفي منها . ويوجد انتفاخ كبير على هيئة درب مماثل للكبد يمتد من القناة خلف البلعوم ، وتنتهي القناة الهضمية ، كما في الفقاريات ، بفتحة شرج عند نهاية الجذع ، وتمتد وراءها منطقة الدليل .

و البلعوم في السهم عضو مختص بجمع الغذاء ، الذي يتكون أساسا من مواد يجمعها الحيوان من ماء البحر ، ويدخلها الى الفم ، عن طريق الحركة الهدبية . ويصفي الغذاء من الماء في أثناء خروجه من الجسم



شكل ٥ - مقطع عرضي في السهم مارا بالبلعوم . لاحظ أن التجويف حول الخيشومي الذي يحيط بالبلعوم ، والكبد وغيرهما ، يعتبر خارج الجسم بالرغم من انه يبدو في موضع داخلي ، فهو يشبه الحجرة الخيشومية في الأسماك ويتكون كامتداد من ثنيات كبيرة حول البلعوم ، تتقابل مع بعضها في الناحية البطنية ، ويتصل بالخارج من طريق فتحة الدهليز . وتظهر القضبان الخيشومية كقطع متتالية في جدار البلعوم في المقطع العرضي حيث ان الشقوق الخيشومية مائلة . (من دبلاج وهيورد) .

من خلال الفتحات الخيشومية ، وهذه كثيرة في العدد تبلغ حوالي خمسين زوجا أو أكثر . والخيشوم تركيب مزدوج ، ينشأ على شكل حلوة الحصان كما في الديدان الاطومية (شكل ٩) ، ويحيط بكل الجهاز الخيشومي غطاء يحمي الأعضاء الداخلية الرقيقة عندما يدفن السهم جسمه في الرمل ، ويكون هذا الغطاء دهليزا يفتح على السطح الخارجى بثقب

يقع خلف منطقة البلعوم . غير أن هذا الجهاز الخيشومي بكل ما له من كفاية في العمل وتقدم في التكوين ، مختلف تماما عن الجهاز الخيشومي النموذجي في الفقاريات ، من حيث طريقة عمله ، ووظيفته ، فمعظم عمليات التنفس تتم من خلال الجلد ، الذي يتكون في السهم من طبقة رقيقة جدا من الخلايا ، يعكس الفقاريات . أما الخياشيم فهي تختص أساسا بجمع الغذاء . وهناك اختلاف آخر بين السهم والفقاريات ، تيار الماء الذي يمر من خلال الخياشيم في الفقاريات تدفعه حركة العضلات الضيقة ، أما في السهم فالحركة الهدبية هي وحدها المسؤولة عن أحداث التيار في الماء . والأهداب قوية وعالية التكوين في البلعوم ، إذ يوجد ميزاب طولى تحت خيشومي يمتد بطول البلعوم ويعرف بالاندوستيل ، وفي هذا الميزاب تفرز مواد مخاطية بفرارة لاصطياد المواد الغذائية . وتعمل الأهداب على حمل هذه المسواد إلى أعلى جهر البلعوم حيث توصلها إلى ميزاب آخر فوق خيشومي ظهري ومنه إلى الأمعاء . وهكذا ينقل الحيوان نفسه بطريقة الحمل والتوصيل في الميازيب الموجودة في البلعوم .

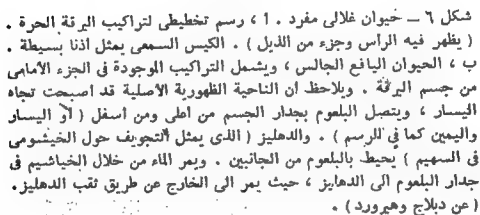
والأوعية الدموية الرئيسية في السهم ، تماثل أوعية الفقاريات (شكل ٣٠٥) . فيمر الدم إلى الأمام في الأوعية البطنية ، وإلى الخلف في الأوعية الظهرية ، بعد أن يمر في منطقة الخياشيم . ولا توجد خلايا حمراء أو بيضاء أو أي نوع من الصفيحات في الدم ، كما لا يوجد قلب في السهم . وتساعد الانقباضات التموجية لبعض الأوعية الدموية الرئيسية وانقباض بعض الانتفاخات الشبيهة بالقلب والتي تقع على طول الشرايين الممتدة أسفل منطقة الخياشيم على تنظيم مرور الدم داخل الأوعية في اتجاه معين .

والمناسل في السهم مختلفة عنها في بقية الحبليات ، فهي كثيرة العدد ، ولها ترتيب عقلي متكرر ، كما تختلف أيضا أعضاء الإخراج في هذا الحيوان من حيث تركيبها وطبيعتها عملها عما هو معروف في الفقاريات . فالفقاريات كلية فريدة في نوعها ، وهي تتكون من وحدات مميزة لترشيح الماء من الدم . أما في السهم فاعضاء الإخراج شبيهة بنفريديات اللافقاريات . وهي مرتبة ترتيبا عقليا متكررا كما هي الحال في الديلدان الحلقية .

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو : أين يوجد مكان السهم بالنسبة للفقاريات ؟ بعض النظريات التي تفسر تطور الفقاريات تنكر بشدة أي صلة قرابة للسهم . بيد أن الصفات التي يشترك فيها السهم مع الفقاريات

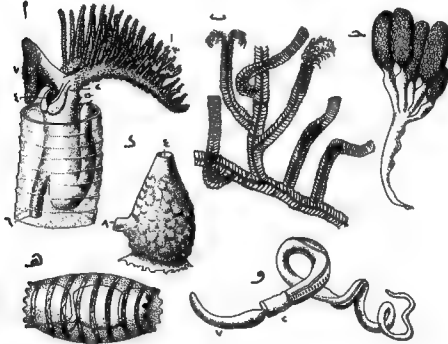
عديدة وإساسية بحيث تؤكد مثل هذه القوالب . فالبعض يفترض أن السهم حيوان فقاري متكس . ويؤيد ذلك أن يرقات الجلكى كما سوف نرى مختلفة تماما عن الجلكى البالغ . فهي تعيش ساكنة وتتغذى بترشيح وتنقية الغذاء ، وتنبه السهم في كثير من الصفات . فهل يمثل السهم حيوان الجلكى وقد توقف عن النمو في مرحلة مبكرة ، واحتفظ لنفسه كحيوان يافع بالتركيب المبسط ليرقته ، من المحتمل أن تعيش اليرقة طويلا في حالة غير يافعة قبل أن تتحول مباشرة إلى الطور البالغ ، كذلك قد تنضب اليرقة جنسيا قبل أن تصل إلى الحالة اليافعة ، وهذه حالات قد تكون عوامل هامة في الدراسة التطورية للفقاريات . وللسهم صفات كثيرة لا تعتبر بدائية ، وتختلف عن تلك التي توجد في يرقات أسلاف الجلكى ، مما يجعل الصلة بالفقاريات عن طريق التنكس فرضا مقبولا . ولذا فسنعتبر السهم طرزا متخصصا وفريدا لا يزال حيا من أسلاف الفقاريات . وهو ليس بدائيا عن كل الفقاريات فحسب ، لكن له أيضا حياة خاصة مختلفة وبدائية عن حياة بقية الفقاريات . وعموما تعيش الفقاريات على مواد غذائية كبيرة نسبيا ، تأكلها بمساعدة حركات عضلات الفكوك ، أو تراكيب مشابهة لها . وتستخدم خياشيمها أساسا في عمليات التنفس . ومن المعتقد أن أسلاف الفقاريات كانت سباحة ماهرة ونشطة . ولكن السهم رغم أنه يجيد السباحة أيضا إلا أنه ساكن في معظم الأحيان ، ويحصل على الغذاء بتصفيته وتنقيته من الماء ، وتلمب الأهداب هنا دورا أقوى من العضلات في هذا الضدد . كما أن الحيوان يستفيد من خياشيمه في الاقتذاء أكثر من إستفادته في التنفس .

الفلايات : (أشكال ٦ - ٨) الفلايات أو الدليجليات حيوانات بحرية صغيرة ، تعتبر من أقارب الفقاريات ، وهي وإن كانت أبسط تركيبا من السهم ، إلا أنها تحمل بعض الصفات الأساسية للحليات ، مثل : الحبل الظهرى ، والحبل العصبى ، ووجود الفتحات الخيشومية ، وتحصل على غذائها بترشيح وتنقية المواد الغذائية من الماء ، وتساعددها في ذلك حركة الأهداب . والبعض يعيش هائمًا على سطح الماء ، فرادى أو في مجموعات تشبه البراميل في شكلها ، وبعضها يعيش مثبتا في القاع ، أما مفردا ، وأما في مستعمرات (شكل ٨) . وأبسط الفلايات تركيبا هي تلك التي تعيش مفردة (شكل ٦ ب) ؛ إذ يبدو الحيوان رخوا وإن كان محاطا بغلالة جلدية ، ومثبتا على أى مرتكز تحت الماء ، وله فتحة طويلة يمر منها الماء للداخل ، وأخرى جانبية ليخرج منها .



ولا يدل شكل الحيوان الخارجى على وجود أى تشابه بينه وبين الفقاريات ، كما لا يوجد له جيل ظهري ، أو جيل عصبي ، كما هو واضح في السهم . وتوجد فقط عقدة عصبية بسيطة تخرج منها بضعة اعصاب ، ويشغل البلعوم الحيز الأكبر من التجويف الداخلى للحيوان ، فهو يرمي الشكل ، يستخدم لجمع الغذاء من الماء الداخل بمساعدة الأهداب ، ويصفي الماء من الفتحات الخيشومية العديدة التي تقع على جانبي البلعوم حيث يمر الى تجويف البهو ، ومنه الى الخارج عن طريق الفتحة الجانبية .

تضج الأجهزة التناسلية في اليرقة كما في مجموعة فريدة من الفلاليات . ويمثل رأس اليرقة جسم الحيوان اليافع ، أما الذيل فيستخدم للسباحة كما يساعد الحيوان في البحث عن مسكن مناسب له . عندما يستقر الحيوان يفقد الذيل تماما . ويحتوى الذيل على معظم التراكيب المميزة التى تثبت قرابة الفلاليات للفقاريات ، فيوجد حبل ظهري واضح ، يملوه حبل عصبي أجوف ، إلا أن هذه التراكيب أقل تقدما عن تلك التى توجد في السهيمس ، فليس هناك ترتيب عقى في المضلات أو الأعصاب . وبالرأس مخ اثرى وبعض أعضاء حسية وعند التحول من اليرقة الى الحيوان اليافع ، يختفى الحبل الظهري والحبل العصبى ، اذ لا حاجة لهما في الحيوان اليافع الجالس .



شكل ٨ - الفلاليات والنصفحلييات . ١ ، فرد يتروبرانسكي من جنس وابدبلورا ، بارزا من أنبوتيه . ب جزء من المستعمرة . ج . منظر خارجي لحيوان غلالى مفرد (قارن شكل ٦ ب) هـ . حيوان غلالى يعيش طافيا على سطح الماء . و . دودة أطومية (بلانوجلدنس) .

١ - فتحة الشرج - ٢ - طوق - ٣ - منسراج - ٤ - فم - ٥ - ثقب لخروج الماء والفضلات . (هن دبلاج وهيرودن) .
يمكننا ان نفترض ان الفقاريات ارتقت بالتحسن المستمر في طرق معيشتها

ويتضح من ذلك أن الغلاليات حلييات حقيقية ، قريبة للفقاريات ، ولكن كيف يمكن توضيح هذه العلاقة تطورياً ، أن الذين يعتقدون أن أسلاف الفقاريات كانت في الأزمنة المبكرة حيوانات سباحة نشطة ، يتردى لهم أن الغلاليات ظهرت كفرع جانبي منكس من خط أسلاف الفقاريات ، كما يعتبرون أن السلف المشترك للفقاريات والغلاليات قد ظهر بصورة حيوان يافع يجيد السباحة الحرة ، ويشبه في ذلك يرقة الغلاليات . ومن هنا يمكننا أن نفترض أن الفقاريات ارتقت بالتحسن المستمر في طرق معيشتها النشطة . في حين اتجهت الغلاليات إلى التكنس ، فققدت معظم التراكيب ، واجتت على البلعوم الذي يعمل على تصفية الغذاء ، كما أنها أصبحت مثلاً ملائماً للتطور على أساس معيشتها الكسولة البطيئة الحركة .

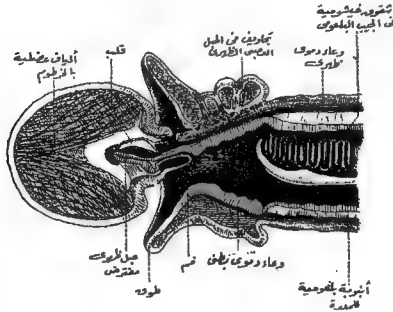
وهناك تفسير آخر ، وهو أن السلف الحلي للفقاريات كان مثلاً ، يصنف غذاءه في البلعوم تماماً كما يفعل الحيوان اليافع للغلاليات ، وقد ظهر الدبلي في اليرقة ليلائم السباحة ويساعد الحيوان على إيجاد مكان مناسب يستقر فيه ويتخذ منه مسكناً آمناً . ويعزى ظهور الأشكال المتقدمة إلى الاحتفاظ بالذليل ، ومزاولة السباحة الحرة ، مع اختفاء الطور اليافع الثابت .

الديدان الأطومية : تتبع مجموعة النصفحلييات التي نعت قربة للفقاريات . ولاحظ أن صفات الحلييات الرئيسية غير واضحة التكوين في هذه الديدان ، مما أدى ببعض الباحثين إلى فصل مجموعة النصفحلييات إلى شعبة منفصلة من الحلييات . والبلاولوجوسنس (شكل ٨ ، ٩) من أكثر الديدان الأطومية شيوعاً ، وتوجد بكثرة بالقرب من شواطئ البحار خاصة عند المد . ويوصى شكل الجسم الطويل والرفيع بأن هذه الديدان نشطة بالصورة التي نأمل أن يكون عليها أسلاف الفقاريات ، غير أنها ليست كذلك ، فهي ساكنة تحفر في الرمل والطين ، وتصنف غذاءها كما تفعل الغلاليات . والجسم دودي الشكل وينتهي عنسد طرفه الأمامي بخروط (بوز) لين وعضلي ، يعمل كمضو للحفر في الرمل . ويقع خلفه بلوق عضلي سويك . وترجع تسمية هذه الديدان إلى وجود الخرطوم والبلوق ، اللذين يمثلان مظهر الأطوم العادي .

وفي معظم الأحوال ، لا يوجد تماثل تشابه بين الديدان الأطومية والفقاريات أو الحلييات الأخرى . ويوجد بمنطقة الطوق جبل عضلي أجوف نوعاً ما ، أما في معظم أجزاء الجسم فتنتشر الخلايا العضلية والليفية تحت الجلد .

وذلك بالإضافة الى بعض تجمعات عصبية مصمتة في الناحية الظهرية والبطنية . ولا يوجد جبل ظهري بالصورة المعروفة ، بيد ان هناك ردبا نسيجيا صغيرا يمتد من القناة الهضمية الى قاعدة الخرطوم يمثل جبلا ظهريا ناقص التكوين .

وتشارك الديدان الأطومية بقية الحبلات في وجود جهاز خيشومي على درجة عالية من التكوين ، وليست الخياشيم واضحة تماما كما في الغلاليات ، ولكن البلعوم الذي يمتد خلف منطقة الطوق ، (منفصلا عن مجرى الغذاء الى المعدة) ، تفتح على جانبيه شقوق خيشومية تشابه في تركيبها وطريقة تكوينها الشقوق الخيشومية في السهم . وتعتبر هذه الديدان الأطومية مجموعة من أسلاف الحبلات المبكرة التي كانت ساكنة وتتغذى عن طريق تصفية الغذاء من الماء . ولها القدرة على الحركة المحدودة في أطوارها الياقعة . والمعتقد ان الفقاريات لم تنحدر من مثل هذه الديدان ، بالرغم من ان وجود الشقوق الخيشومية في هذه الديدان يقر بها من الفقاريات .



شكل ٩ - مقطع طولي يمر بالراس في دودة أطومية . (عن دوداف) .

غير ان هناك مثلاً آخر ، بتروناتكيا (شكل ١٨ ، ب) لا توجد فيه مثل هذه التراكيب المميزة للفقاريات ، ولولا وجود بعض الشبه بينه وبين

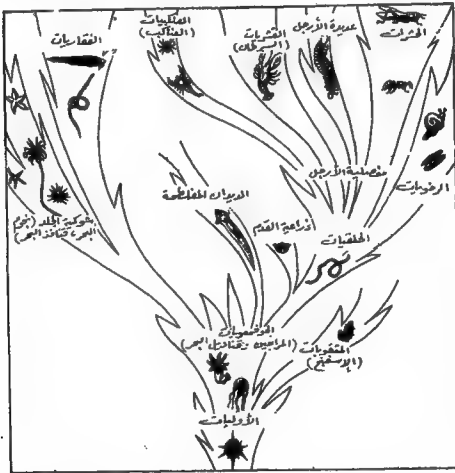
البلاولوجوسس لما اعتبر من النصفحلييات ؛ فالديدان صغيرة جدا وبحرية ، وتقع في جدد محدود من الأجناس . وهي تكون مستعمرات شبيهة بالنبات ، فافرادها تنبت في كازهار صغيرة عند نهايات الأنايب المتفرعة في المستعمرة . والجسم ملتو بحيث تقع فتحة الشرج في الأمام خلف منطقة الرأس ، ويوجد خرطوم أمامي ممتد بعد الفم ، وطوق خلف الخرطوم ، وهذا دليل واضح على قرابة هذه الديدان للديدان الأطومية ، أما بقية الصفات المميزة للديدان الأطومية أو الحلييات فهي متقدمة . فالجهاز العصبي ضعيف التكوين ، ولا أثر لوجود الحبل العصبي الأجوف ، ولا حبل ظهري ، كما أن طريقة الاغتذاء مختلفة تماما . فبالرغم من أن هذه الديدان تتغذى بمساعدة الأهداب كما في معظم الحلييات الدنيا النموذجية ، إلا أن الخياشيم — التي تلتفب دورا هاما في ذلك في الديدان الأطومية والغلايات والسهم — مختلفة تماما في هذه الديدان . ونوع واحد من البيتروبرانك له زوج من الفتحات الخيشومية ، أما الأنواع الأخرى فليس لها مثل هذه الفتحات على الإطلاق . ويوجد بدلا لذلك تراكيب خاصة على هيئة الدرع ممتدة من منطقة الطوق وتصرف بالسراج ، وهي مزودة بمجموعات من الأهداب تجمع الغذاء وتوصله الى الفم . وقد يوحي الشكل العام لهذه الديدان بأنها أشكال منتكسة ، إلا أن هناك آراء حديثة توضع أنها مجموعة قديمة جدا . فعلماء الحفريات على علم تام بوجود أنواع قديمة جدا من التيرابيتوليتات الأنبوبية الشكل كانت مزودة تماما في البحار ، قبل ظهور الفقاريات . ومن المحتمل أن هذه الأنايب تشبه تلك التي تلتفب البيتروبرانك الحديثة .

وبتعرّفنا على البيتروبرانك نأى الى نهاية المجموعات الدنيا من الحلييات * . والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو : ما معنى صلة هذه المجموعات بأصل الفقاريات ؟ والإجابة عن هذا السؤال غير جلية تماما ؛ فقد يتوقع الرد — كما سبق أن ذكرناه — أن هذا الأسلاف لا بد أن يؤدي الى أشكال صغيرة نشطة ، مماثل في ذلك لما يحدث في اللاقاريات كالديدان ومفصليات الأرجل المتقدمة مثل القشريات والعشريات ، ولكن ما لاحظناه من العرض السابق لمجموعات الحلييات الدنيا المختلفة يخالف هذه التوقعات ، فتميزها حيوانات بطيئة أو ساكنة تعيش على جمع وتصفية غذائها من الماء بواسطة الأهداب . وقيل أن نصل الى أى تفسير لذلك علينا أن نستعرض بعض شعب اللاقاريات المختلفة كمحاولة لإيجاد أقارب الحلييات .

(*) من الممكن أن تتبع الحلييات أيضا مجموعة أخرى صغيرة جدا من الأشكال التي تعيش في مياه البحار العميقة ، وتعرف بالبوجونوفورا ، ولكنها منتكسة جدا ، وغير مفروصة تماما ،

نشوء المجموعات الحيوانية في اللافقاريات

استحدث الباحثون في السنوات الحديثة نمطا مبسطا لشجرة النسب للمجموعات الرئيسية لللافقاريات (شكل ١٠) ، فالجوفعمسويات (أو اللاسعات) التي تشتمل على أشكال مثل قناديل البحر وشقائق النعمان والمرججين تقع بالقرب من منشأ البعديات ، وهي الحيوانات التي تملو الاسفنجيات والاوليات رقبيا . الجوفعمويات ثنائية الطبقات ، يتكون جدارها



شكل ١٠ - رسم مبسط لشجرة العائلة في المملكة الحيوانية ، مبينا علاقة الفقاريات بالمجموعات الحيوانية الأخرى (من رومر ، كتاب الانسان والفقاريات ، مطبعة جامعة شيكاغو) .

من اکتودرم خارجي واندودرم داخلي . وعلى مستوى أعلى من هذه المجموعة تقع الحيوانات الثلاثة الطبقات ، حيث تظهر فيها طبقة الميزودرم

المتوسطة ، وينشأ منها أجهزة مثل العضلات والدم وغيرها ، وهي بلا شك من أهم طبقات الجسم . وفي بعض اللافقاريات ينشأ السيلوم في هذه الطبقة . وهناك طريقتان مختلفتان لتكوين السيلوم في الميزودرم ؛ ففي شوكية الجلد ، التي تشتمل على نجوم البحر ، وقنافذ البحر ، وريش البحر وغيرها ، ينشأ الميزودرم كجيوب خاوية من جدار المعى ، وتظل هذه الجيوب كتجاويف مغلقة في الحيوان اليافع . أما الطريقة الأخرى لنشأة السيلوم فهي التي ينشأ منها الميزودرم كتكتل مصمتة من خلايا منفصلة من منطقة قريبة من نهاية الجسم . وتنشأ التجاويف السيلومية كتشققات في هذه الكتلة الميزودومية . وينشأ السيلوم بهذه الطريقة في الحلقيات والرخويات ومفصلي الأرجل ، غير أن الأخيرة تمتاز بنمط آخر متحور يظهر في الجنين . أما الديدان المفلطحة فتظهر في الشجرة كفرع جانبي من الفرع الأصلي الذي أدى إلى المجموعات السابقة ، التي ينشأ فيها الميزودرم بالطريقة الثانية . وعلى ذلك فاللافقاريات التي على مستوى أعلى من الجوفومويات تكون فرعين رئيسيين على شكل حرف Y ، أحدهما ينتهي بشوكية الجلد ، والآخر بمعظم المجموعات الأخرى المتقدمة . أما المجموعات الصغيرة من أمثال المرجيات والحزازيات الحيوانية فلا تقع تماماً في أحد الفرعين ، وإنما تقع بالقرب من شوكية الجلد .

ولا يختلف الفرعان الرئيسيان لشجرة اللافقاريات في تكوين الميزودرم بحسب ، وإنما في طريقة نمو اليرقات أيضاً ؛ ففي شوكية الجلد من جهة ، والحلقيات البحرية والرخويات من جهة أخرى ، تفقس البيضة عن يرقة صغيرة ذات تركيب بسيط ، بها أهداب مربعة في صفوف أو في مجموعات على سطح الجسم . وليرقة شوكية الجلد أهداب مختلفة تماماً عن أهداب يرقة الرخويات أو الحلقيات . والسؤال الآن : ما هو المكان الذي نشأ فيه فرع الحلقيات (والفقاريات) في شجرة الفقاريات ؟ لقد ظهرت عدة نظريات للإجابة عن هذا السؤال بالرغم من أن الأدلة الإيجابية قليلة . وتفترض إحدى هذه النظريات أن الحلقيات نشأت مباشرة من حيوانات بدائية بدائية على مستوى الجوفومويات . وهنا لا تكون أية صعوبة لتقلب عليها ، فالحيوانات التي على هذا المستوى من التطور لها قليل من الخصائص التي لا بد أن تتحول أو تختفي في طريقها إلى الفقاريات . غير أن اتحداد الحلقيات من الجوفومويات احتمال بعيد ، فهناك عدد من الصفات المتقدمة لا توجد في الجوفومويات على حين توجد في شعب غيرها من اللافقاريات ، كظهور الميزودرم ووجود فتحة فم وفتحة شرج منفصلة . ويبدو أن الفقاريات قد اكتسبت هذه الصفات المتقدمة من مجموعات أخرى

معتقدة ، وسوف نستعرض هذه المجموعات ، كلا على حدة ، في محاولة لاكتشافها كاسلاف حقيقية للفقاريات .

الديدان الحلقية (الحلقيات) كاسلاف للفقاريات :

لقد حازت نظرية نشوء الفقاريات من الحلقيات القبول في سنوات النصف الأخير من القرن التاسع عشر . فكثير من الحلقيات البحرية متقدمة في التركيب ، فهي معقدة وجانبية التماثل ونشطة مثل الفقاريات اذا ما قورنت بالطرز الجالسة في كثير من شعب اللافقاريات . والجهاز العصبي لهذه الديدان متميز الى مخ يقع في الجزء الامامى من الجسم ، وحبل عصبي طويل ، غير ان المقارنات بين الحلقيات والفقاريات ، دون الصفات السابقة ، تختلف اختلافا واضحا . وحتى التعقيل الظاهر لا يوحى بتشابه اصلي بينهما ، فالتعقيل حقيقى في الديدان ، يظهر من الجلد حتى بطانة المعى ، اما في الفقاريات فهو مركز في جزء من الطبقة المتوسطة فقط . والحبل العصبي الطولى - ولو انه مصمت ويقع في الناحية البطنية للحلقيات - يمثل حجر عثرة في صحة هذه النظرية . غير ان بعض المفسرين قد تنلبوا على هذه العقبة ، بافتراض ان الحيوان الفقارى ما هو الا دودة مقلوبة من اسفل الى اعلى (شكل ١١) . ولكن هذا الافتراض غير مقبول . ففم الدودة في اسفل الرأس وهذا ما يحدث ايضا في الفقاريات ومعنى ذلك ان انقلاب السطح البطنى للدودة الى اعلى يؤدي ، نظريا ، الى قفل فتحة الفم ، وظهور فتحة فم جديدة في الناحية البطنية . ولقد حاول الكثيرون تتبع وضع فتحة الفم القديمة في اجنة الفقاريات ؛ اذ انها - تبعا لما تشير اليه هذه



شكل ١١ - رسم تخطيطى ليوضح طريقة تحول الدودة الحلقية الى حيوان فقارى . في الوضع العادي يمثل الشكل دودة لها مخ في الامام وحبل عصبي ممتد في الناحية البطنية للجسم والفم في اسفل الجزء الامامى وفتحة الشرج في نهاية الدليل ، ويمر الدم في اتجاه الاسهم في الناحية الظهرية والى الخلف في الناحية البطنية . وعند قلب الصفحة ، يظهر رسم تخطيطى لحيوان فقارى . له حبل عصبي واوعية دموية معكوسة الاتجاه ، ويظهر هنا فم جديد وفتحة شرج قريبة من الفتحات القديمة . وليس للدودة حبل ظهري ، ولهذا فالتغير المفروض ليس سهلا كما يبدو (من ويلبر ، تاريخ جسم الانسان باذن من الناشر هنرى هلت وشركاه) .

النظرية - يجب أن تتجه إلى أعلى وإلى الأمام من خلال المبح حتى تستقر أعلى الرأس . غير أنهم لم يستطيعوا الوصول إلى نتيجة تؤيد ذلك الافتراض . وإذا افترضنا جدلاً أن هناك تفسيراً لتغير موضع الفم ، فهناك من العقبات ما يجعلنا نتبعد هذه القرابة ، فلا يوجد أثر لحبل ظهرى في الحلقيات ، أو لخياشيم داخلية . غير أن هذه الصفات يمكن التناضى عنها إذا ما اعتبرنا أن مثل هذه التراكيب - كما سبق أن أشرنا - ضعيفة التكوين في بعض الحلييات البسيطة . والاختلاف الواضح بين الحلقيات والفقاريات يظهر في طريقة تكوين الميزودرم . ففي الحلييات عامة يظهر الميزودرم على نمط الجيوب مما يجعل انحسار الفقاريات من الحلقيات أمراً بعيد الحدوث .

العنكبويات كاسلاف للفقاريات

مما لا شك فيه أن مفصلية الأرجل منحدرة من الحلقيات ، أو من اسلاف قريبة لها . وتضم هذه الشعبة أكثر اللافقاريات نشاطاً وتقدماً ؟ ولهذا ظهرت نظريات تعتبر مفصلية الأرجل كاسلاف للفقاريات . والعنكبويات من بين هذه الشعبة مجموعة قريبة للفقاريات ، فهناك أمثلة بحرية من العنكبويات مثل ملك السرطان (ليمبولس) وأنواع أخرى قديمة جداً منقرضة مثل الأيوربتريدات التي يظن أنها اسلاف للفقاريات . وللعنكبويات حبل عصبي بطني كما في الحلقيات ، مما يزيد من صعوبة هذا الافتراض وكذلك لا يوجد حبل ظهرى أو خياشيم داخلية ، مثلها مثل الديدان ، وبالإضافة إلى ذلك فإن وجود أرجل مفصلية لا يمكن أن تكون قد تحولت إلى زعانف في الأسماك . والأيوربتريدات القديمة كانت منطاة بغطاء كيتينى سميك يشبه الدرع العظمى لبعض الأسماك القديمة ، كما هو مبين في شكل ١٨ . غير أن هذا التشابه غير ذي بال ، وشكلى فقط ، حيث أن السطح البطنى للعنكبويات يعاقل السطح العلوى للحيوان الفقارى إذا أخذنا في الاعتبار انقلاب الأسطح . وخلاصة القول أنه إذا كان ظهور الفقاريات مرتبطاً بالعنكبويات فإن السلف المفترض لا بد أن يكون قد فقد معظم صفاته واختزل نفسه إلى كتلة جيلاتينية عديمة الشكل تشكل منها جسم الحيوان الفقارى .

وثمة تفسير آخر لعلاقة العنكبنيات بالفقاريات ، استطاع التغلب على معظم الصعاب المديدة التي اشرنا اليها ، وهو عدم قلب الجسم من اسفل الى أعلى . ولكن القناة الهضمية هي التي امتدت وتفرعت وكونت تجاويف شبيهة بتلك التي توجد في مخ الحيوان الفقارى وجبله الشوكى . وهذه النظرية القريبة في منطقها ، تفترض أن الجبل العصبى البطنى للعنكبنيات قد هاجر الى أعلى ليحيط بالقناة الهضمية التي اصبحت بدورها تجاويف للجهاز العصبى ، في الوقت الذى تكون فيه جهاز هضمى جسد ، وذلك نتيجة لقفل الشقوق البطنية التي تقع بين الأرجل . وان كانت هذه النظرية قد تغلبت على العقبات التي يقابلها قلب الحيوان من أسفل الى أعلى ، إلا أنها اظهرت صعوبات أخرى جديدة ، يصعب إيجاد حل مقبول لها . فلا يوجد تفسير قوى لتغيير الجهاز الهضمى من صورة الى أخرى ، كما أنه من الصعب تصور المراحل المتوسطة لذلك التغيير .

شوكية الجلد كسلاف للفقاريات

تشير الدلائل على أن شوكية الجلد هي أقرب اللافقاريات الى الحبليات وتفترض في كثير من الدراسات المختلفة أن هاتين الشعبتين متقاربتان بالرغم من وجود اختلاف واضح بينهما . ففى كثير من الفقاريات ينشأ اليزودرم بطرق مختلفة ومعقدة . أما فى السهم فيظهر على هيئة جيوب من جدار المعى ، تماماً كما هي الحال فى شوكية الجلد . وبعض النصفجليات يرقة مهدبة (شكل ١٢) على غرار يرقة شوكية الجلد . وهما متشابهتان للرجة كبيرة ، مما أدى الى اعتبارهما يرقة واحدة مشتركة بين المجموعتين ؛ غير أن دراسة تاريخ حياتهما قد أوضح الفارق بينهما .



شكل ١٢ - مناظر جانبية تخطيطية ليرقات (أ) دودة اطومية ، (ب) نجم البحر ، (ج) خيبار البحر ، كلها مكبرة . يمثل الخط الأسود حزم الأهداب . والقناة الهضمية تظهر منقطه . والمناظر من الناحية اليسرى لليرقات التي لها تماثل جانبي (أ عن دبلج وهيرود) .

ولقد اثبتت الدراسات الكيموية الحيوية هذا التقارب بين الشعبتين؛ فبروتين الدم يختلف كثيرا من نوع الى نوع في الحيوان . ويبدو أن الأشكال القريبة جدا لها تركيب متشابه في هذا البروتين ، فبتحليل أمصال الديدان الأطومية وغيرها من الحلييات الدنيا ثبت وجود قرابة اكيدة لشوكية الجلد دون باقي اللافقاريات . وتؤكد كيمياء العضلات هذه القرابة . ففى كل الحيوانات التى بها عضلات توجد مركبات الفوسفور التى تلعب دورا هاما فى انطلاق الطاقة اللازمة لنشاطها . وفى الفقاريات يوجد الكيراتين متحدًا مع الفوسفور (راجع الفصل التاسع) ، أما فى معظم شعب اللافقاريات فيوجد مركب بديل للكراتين وهو الأرجينين . أما فى شوكية الجلد فيوجد الكيراتين والأرجينين معا . والأرجينين موجود فى بعض الغلاليات كما يوجد كذلك الكيراتين مع الأرجينين فى بعض النصفجليات . وهذه حقائق تدعم صلة القرابة بين شوكية الجلد والحلييات .

نسب الحلييات : من المؤكد أن الفقاريات وغيرها من الحلييات لم تنشأ من شوكية الجلد لما لها من أعضاء متخصصة وقطع هيكلية وتماثل شعاعى . فشكل نجم البحر ، أو قنفذ البحر ، مثلا ، بعيد كل البعد عن أى خط يؤدي الى الحيوان الفقارى . غير أن هناك نقطة هامة لا بد من مراعاتها . فمعظم شوكية الجلد حرة الحركة ونشيطة ، ويؤكد السجل الحفرى لأسلاف شوكية الجلد أنها كانت جالسة أو مثبتة ، ولا تزال توجد مجموعة من شوكية الجلد - وهى زنابق البحر - مثبتة بساق فى قاع البحر ، ولها أذرع زيشية الشكل مزودة بأهداب تقوم بتنظيف الماء للحصول على غذائها ، وربما كانت هذه الصفة هى محور التفسير . فهذه الطريقة فى المعيشة هى نفسها التى تعيشها البتروبرانك الصغيرة ، وهى التى بلا شك قريبة من الفقاريات بالرغم من بساطة تركيبها ، واختفاء معظم الصفات المميزة للفقاريات ، أو حتى الحلييات فيها .

وبالرغم من الفروق الواضحة بين شوكية الجلد البدائية والبتروبرانك فيمكن القول بأنها نشأت من سلف قديم مشترك . فالبتروبرانك - باستثناء وجود الخرطوم الصغير والطوق الذى يقرنها من الديدان الأطومية - تعتبر بلا شك قريبة للنمط المتوقع لمثل هذا السلف المشترك .

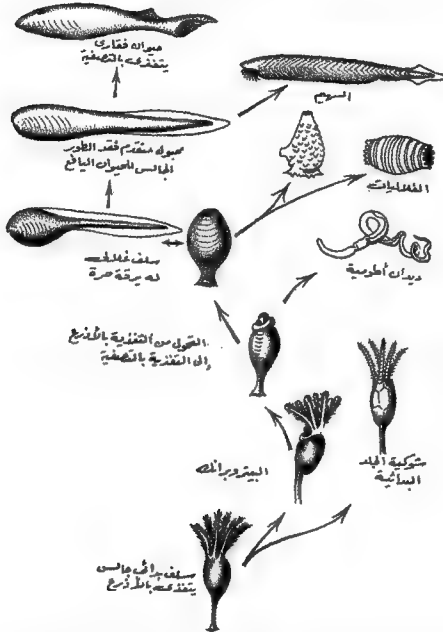
وعلىنا أن نتجاهل الآراء التى تقول أن سلف الحلييات كانت سباحة ونشيطة ، وأن تقبل الرأى الذى يؤكد أن هذا السلف كان جالسا يعيش فى القاع ويجمع غذاءه ويدفعه إلى فمه بواسطة السراج الممتد الخارج . وطلى

هذا الأساس ، يمكن وضع نظرية مقبولة لتطور الحبلليات (شكل ١٣) .
فالحوانات الصغيرة التى لها مثل هذه الصفات الآن مثل ذراعية القدم
والحزازيات لها علاقة بعيدة بشوكية الجلد والحبلليات . ويؤكد ذلك أن
سلف الحبلليات كان من الأشكال التى لها مسراج . ولربما نشأت شوكية
الجلد من مثل هذه الأشكال مع ظهور أعضاء متخصصة مختلفة . وربما تكون
البيثروبرانك قد نشأت هى الأخرى من مثل هذه الأشكال مع بعض من
التحور القليل فيما عدا تكوين منطقة الطوق السمكة والخرطوم الصغير .

ومن أهم الصفات التى ظهرت لتمييز الحبلليات الحقيقية هى تغيير
طريقة جمع الغذاء واستبدال المسراج بالخياشيم ، وقد نرى ظهور زوج من
الفتحات الخيشومية فى أحد أنواع البيثروبرانك قد ساعد على سحب المواد
الغذائية الى القناة الهضمية . ومع ظهور جهاز خيشومى لتصفية الغذاء
اختفت المسارج . ويبدو أن الديدان الأطومية التى لا تزال جالسة وليست
لها ساق تمثل فرعا جانبيا فى هذه المرحلة من التطور . وتكوين جهاز
خيشومى مصمم لتصفية الماء قد أدى الى ظهور الفلاليات النموذجية كقرع
متقدم ، إلا أن هذه المرحلة اظهرت عنصرا جديدا للملازمة غير كثيرا من
الصورة التى تم بها تطور الحبلليات العليا .

والريقة فى أى حيوان جالس لابد أن تجد مكانا مناسباً فى قاع البحر ،
تستقر فيه وتستكمل نموها الى الحيوان اليافع . ولكن كيف تصل الى مثل
هذا المكان ؟ بعض الديدان الأطومية لها يرقات مهدبة ذات قدرة محدودة
على الحركة ، والريقة الشبيهة بأبى ذنبية ، وهى التى تكونت قبل الوصول
الى مستوى الفلاليات مثل قوى لذلك . فقد ظهر لهذه الريقة ذبل عضلى ،
وحبل ظهري ، وحبل عصبى ، وأعصاب تسيطر على حركات العضلات ،
كما ظهرت لها أعضاء حسية ترشدها فى أثناء سباحتها الى المكان المناسب
لثبث نفسها فيه ، ولتكمّل نموها الى الطور اليافع .

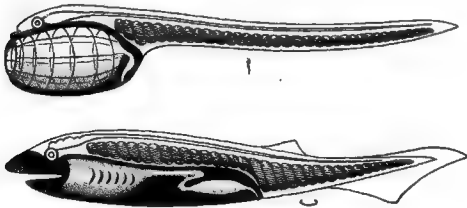
وما أن ظهرت هذه الريقة الجديدة ، حتى حدث تغيير جذري فى اتجاه
تطور الحبلليات ، فقد أصبحت الحياة النشطة سهلة وممكنة لكثير من
الأشكال باستثناء الفلاليات التى ظلت ساكنة وجالسة . وفى بعض الحالات
أعرض الحيوان عن الاستقرار الدائم وأصبح نشيطا ، حر الحركة طوال
حياته ، على الرغم من استخدام يلعومه فى الحصول على الغذاء بطريقة
التصفية . وبالرغم من أن السهم يحيد قليلا عن خط التطور المباشر ، إلا
أنه يمثل مرحلة متقدمة تتم فيها التنفيذ بالتصفية . وقد اختفت فيها



شكل ١٣ - موسم تغطيتي لشجرة العائلة موضحا الطريقة المحتملة لتطور الفقاريات ، وربما نفسا. شوكية الحلد من أشكال لا تختلف كثيرا من البيرورانيك . وانحدوث البندان الأطومية من البيرورانيك التي كونت لنفسها جهازا خيشوميا للافتداء ، لكنها لم تتقدم كثيرا في نواح أخرى . ويمثل الغلافيات مرحلة أصبح الجهاز الخيشومي في أطوارها اليافعة متقدما . والأهم من ذلك أن بعض الغلافيات كونت يرقا حرة الحركة في الماء ، لها تراكيب متقدمة كالحبل الظهرى والحبل العصبي وصفات أخرى تساعدها على السباحة . وقد أختفى الطور الجالس تجاه ظهور السهم والفقاريات . ويعزى كل هذا التقدم الى وجود طور اليرقة (عن زومر . قصة الفقاريات ، مطبعة جامعة شيكاغو) .

الطريقة التى كان يتبعها سلفه الساكن . غير أن الحبيبات لم تقف عند هذا الحد من التطور ، فالقدرات القوية للحركة قد أدت الى دفع عجلة التطور النشطة نحو الفقاريات .

« حشوى » ، و « جسمى » : فى فصول الكتاب التالية سوف نقابل هذين اللفظين كما فى التراكيب الهيكلية الحشوية والجسمية ، والعضلات الجسمية ، والأعصاب الحشوية والجسمية . وللتراكيب الحشوية علاقة بالقناة الهضمية وأجزائها وخاصة البلعوم ، أما التراكيب الجسمية فهى تشمل الأجزاء الأخرى الخارجية فى الجسم ، ولا بد أن نأخذ فى الاعتبار أن هذه الألفاظ لا تمثل سوى تعاريف موضعية لا أكثر ، غير أنه من المحتمل أن يكون هناك تاريخ نسب وراء هذه التراكيب الحشوية والجسمية . فالحيوان الغلالي يحتوى على تراكيب مثل المناسل والجهاز العصبى البسيط بجانب البلعوم وبقية القناة الهضمية . وباستثناء وجود جلد خارجى أو غلالة فهو يمثل الجزء الحشوى فى الفقاريات . أما المكونات الجسمية فهى



شكل ١٤ - رسم توضيحي يبين مدى التباين بين المكونات « الحشوية » « والجسمية » فى جسم الحبيبات . (أ) طراز نظرى لحبلى مشابه ليرقة الغلاليات لكن المكونات الجسمية موجودة فى الطور اليافع . (ب) حيوان فقارى حقيقى ، الجزء الأسود يمثل المكونات الحشوية . فى أ يقع الحيوان الجسمى خلف الحيوان الحشوى (عمثلاً بذلك السلف الجبلى) إلا أن الأعضاء الحسية والجزء الأمامى من الجبل العصبى ممتدة الى الأمام وإلى أعلى . وفى « ب » ، تتراكب المكونات الحشوية والجسمية معاً لدرجة معينة متمكاملة .

تتمثل في أعضاء الحركة والمضلات المتصلة بها والحبل الظهري والجهاز العصبي المتقدم وأعضاء الحس الخاصة بالسيطرة على كل هذه التراكيب . وفي بادئ الأمر ، كانت هذه التراكيب الجسمية تقع في الجزء الخلفى لجسم الحيوان الحشوى ، ومع ظهور الفقاريات وتقدمها تداخلت هذه التراكيب الحشوية والجسمية معا ، وتكاملت بعضها مع بعض . وحتى الآن نرى أن التمييز بين هذين النوعين من التراكيب يظل واضحا في أثناء نمو الحيوان ، أو حتى في صورته البالغة . وقد نعتبر أن الحيوان الفقارى الحالى مكون من حيوانين متميزين : واحد حشوى وآخر جسمى ، وقد اتحد الحيوانان معا في تركيب واحد ، مع وجود بعض آثار تمييزهما .

الفصل الثالث

ماذا تعرف عن الفقاريات

ان دراسة الأعضاء والأجهزة العضوية وأشكالها ووظائفها المختلفة — وهي الهدف الأساسي من الدراسة هنا — لا تعطينا إلا نبذة ، من زاوية معينة ، عن الفقاريات . وليس ما يجب أن نعرفه هو مجرد الأجزاء المنفصلة ، وإنما الحيوان ككل ، حياته ومكانه في الحياة . وتمطينا الدراسة الحالية صورة عامة عن الفقاريات ليست أكثر من تشرح جثة ، وسوف يعطينا أي مقرر في علم وظائف الأعضاء معلومات كاملة عن البشر . ونأمل أن يقرأ الطالب بعض ما كتب من « التاريخ الطبيعي » للفقاريات ليكون فكرة عن الحيوانات الحية التي شرحت أجسامها جزءا جزءا في هذا الكتاب . وسنمضي هنا فكرة مختصرة عن أفراد المجموعات الفقارية حتى يتسنى لنا معرفة وضع النماذج التي ناقشناها في إطار نشوتها .

السجل الجيولوجي

يتطلب سجل الحفريات وما يحتويه من حيوانات مندثرة غنابة في هذه الناحية . في التشرح المقارن نقوم بمقارنة الأفراد الموجودة من المجموعات المختلفة وكان أحدها قد انحدر من الآخر ، كان الثدييات قد انحدرت من الزواحف الموجودة وهذه من البرمائيات والأسماك الموجودة . غير أنه من الواضح أن هذه ليست الحقيقة ؛ فالسلحفاة من الزواحف إلا أنها ليست سلفا للثدييات ، فقد أخذت فسحة من الوقت لتتفرع من فرع الزواحف البدائية المشترك مثل ما أخذته الثدييات والضفدعة من البرمائيات ، إلا أنها ليست بالتأكيد من نوع البرمائيات التي اشتقت منها الفقاريات البرية الأكثر تقدما . وأنه لمن خلال دراسة علم الحفريات فقط يمكننا أن نأمل في اكتشاف حقيقة الأسلاف المشتركة التي نشأت منها الفقاريات الحية المختلفة .

وعند مناقشة الحفريات فانه من الضروري معرفة فكرة عن الجدول الزمني الجيولوجي (راجع جدول ١) . ويقسم تاريخ الأرض لبضعة بلايين من السنوات الى بعض الوحدات الزمنية الكبيرة تسمى « الأحقاب » وتقسم

جدول ١ : المصور الجيو لوجية في الفترة بعد أن أصبحت المفريات متوافرة .
 (وتقسم العصر الكرتوني بوجه عام إلى فترتين ، مسينية
 (مبكرة) وناقلانية (متأخرة) وتختلف بين التقدير الرسمى
 على أساس نسبة تحلل المواد النشطة الموجودة في عدد من الرواسب .

الاحياء			
الاحياء	الوقت	التقدير الزمني منذ بداية كل عصر (مليوناً ، ملايين السن)	العصر
الانواع الحديثة من الثدييات أو اسلافها ، نفس الثدييات	الحاضر		الرباعي
الانواع الحديثة من الثدييات أو اسلافها ، نفس الثدييات	البليستوسين		
الانتشار المتجدد الواسع .	البليستوسين		
ظهور اجناس حديثة كثيرة من الثدييات .	البليستوسين		
بداية المويثلات الحديثة من الثدييات ، انتشار المنيثات	البليستوسين	٧٠	اللاثي
النيثات ، نشأة الثدييات الخفيفة السمر .	البليستوسين		
بداية المالات الحديثة من الثدييات .	البليستوسين		
سيادة الثدييات القديمة .	البليستوسين		

الخفية البيثوزية
 أو سمية الحياة الحديثة
 (عصر الثدييات حوالى
 ٧٠ مليون سنة)

بدء سيادة النباتات ذات البذور ، واندثار الرواحف الضخمة والاصداف الحفرية الطورونية مع نهاية هذا العصر .	١٢٥	الكرياتي	الحقبة الميزوزوية أو حقبة الحياة الوسطى (عصر الزواحف ، واستمر حوالي ١٥٥ مليون سنة) .
سيادة الرواحف في البر والبحر والهواء ، بداية الطيور ، النباتات القديمة .	١٨٠	الجوراسي	
اول الديناصورات ، السلاحف ، السيادة النباتات الزهرية . الرواحف السابحة ، سيادة النباتات الزهرية .	٢٢٥	الترياسي	
تسمع الرواحف التي تحمل محل البرمائيات كمجموعة سائدة انتشار التجمد الواسع .	٢٢٠	البري	
النباتات الخشبية من النباتات والبذور الريشبية ، وفرة أسماك القرش وذبابق البحر ، تسمع البرمائيات ، الرواحف الاولى .	٢٥٠	الكربوني	
عصر الأسماك (غابا المياه العذبة) ، الأشجار الاولى والنباتات والبرمائيات .	٤٠٠	الديفوني	الحقبة الباليوزوية أو حقبة الحياة القديمة ، (استمرت حوالي ٢٧٥ مليون سنة) .
غزو البر بالنباتات وفصلية الأرجل ، الأسماك القديمة .	٤٤٠	السيلوري	
ظهور التقرنيات (مصفحات الجلد) ، سيادة لراعية الاعدام والرأس قديمت .	٥٠٠	الأوردوفيشي	
ظهور جميع شئب اللافقاريات الكبيرة وكثير من الطوائف ، سيادة للافية النصوص والرأس قديمت ، طحالب متفرقة .	٦٠٠	السكابرني	

هذه الى عدد من العصور . ولا يوجد بالنسبة للأحقاب المبكرة سوى القليل من المعلومات الصحيحة عن الحياة بأى صورها حيث يقتصر سجل الحفريات كلية على الأحقاب الثلاثة الأخيرة التى تتراوح تقريبا فى نصف بليون سنة من تاريخ الأرض .

وأول هذه الأحقاب الثلاثة هو الحقبة الباليوزوية أو حقبة الحياة القديمة التى امتدت ما يقرب من ٣٧٠ مليون سنة والتى قسمت الى ستة عصور، ويحتوى سجل الحفريات المتبقية من بحار أقدم العصور (الكامبرى) على أمثلة كثيرة لكل مجموعة حيوانية كبيرة تقريبا فيما عدا الفقاريات . وقد وجدت أول آثار طليقة للحيوانات ذات العمود الفقارى فى أحجار العصر التالى أو الأوردوفيسى ، كما وجدت أعداد غير متوقعة من الأسماك البدائية القديمة فى العصر السيلورى الذى تبعه . وربما تكون قلة أو ندرة الحفريات الفقارية المبكرة نتيجة لنشأة هذه المجموعة فى المياه العذبة ، فرواسب أقدم العصور الباليوزوية معظمها بحرية . وفى العصر الديفونى كانت الأسماك كثيرة فى رواسب المياه العذبة ، كثيرة للدرجة أن هذا العصر يطلق عليه أحيانا اسم « عصر الأسماك » كما غزا الكثير منها البحار كذلك . وتدل الرواسب الأرضية للعصر الديفونى العالم الجيولوجى على أن جزءا كبيرا من الأرض قد تعرض لجفاف موسمى ملحوظ كما هى الحال فى مناطق استوائية معينة فى وقتنا الحاضر ، حيث تبودلت أوقات الأمطار الغزيرة مع مواسم جفاف الانهار وركودة المستنقعات . ويبدو أن هذه الظروف قد أثرت تأثيرا كبيرا فى تاريخ الأسماك ونشأة الحياة على اليابسة .

وفى النهاية الأخيرة للعصر الديفونى ظهرت أول الفقاريات البرية أو البرمائيات ، حيث شاعت الأفراد البدائية لهذه المجموعة فى رواسب المستنقعات التى تميز العصر الكربونى ، العصر الذى تكونت خلاله طبقات الفحم الأرضية الكبيرة . وقبل نهاية ذلك العصر نشأت الزواحف الأولى وأصبحت رتب الزواحف المبكرة حيوانات برية شائعة فى العصر البرمى الذى انتهت به حقبة الحياة الباليوزوية القديمة .

وكثيرا ما يطلق على الحقبة الميزوزوية أو الحقبة الوسطى للحياة اسم « عصر الزواحف » حيث أن أفراد هذه الطائفة قد سادت الحياة البرية لهذه الحقبة وازدهرت أنواع كثيرة من الزواحف ، التى اندثرت الآن فى البحار وفى الهواء على السواء . وبالإضافة الى ذلك فإن أرقى المجموعات الفقارية بدأت حياتها فى الحقبة الوسطى للحياة ، حيث ظهرت أقدم

الثدييات في الفترة بين العصر الترياسي والعصر الجيوراسي ، كما ظهرت اقدم الطيور المعروفة قرب نهاية العصر الجيوراسي الا ان كلتا المجموعتين ظلتا غير ظاهرتين حتى نهاية تلك الحقبة .

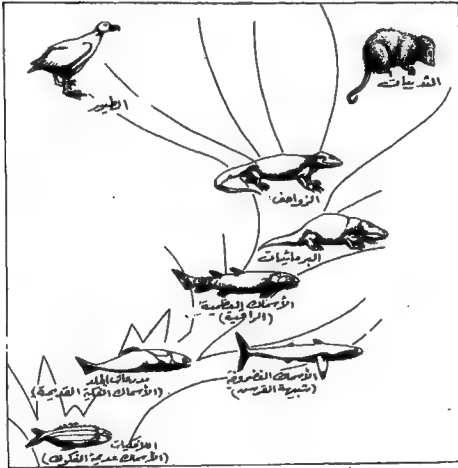
أما الحقبة السنوزوية فهي عصر الحياة الحديثة أو «عصر الثدييات» . ففي نهاية الحقبة الوسطى للحياة أصبحت قوافل الزواحف قليلة جداً تاركة هذه الطائفة من الفقاريات في أضعف مراحلها الحديثة . وظهرت أنواع الطيور الحديثة في فجر العصر الحديث كما ظهر التطور السريع للثدييات بوضوح أكثر في المجموعات المختلفة التي تسود الأرض في الوقت الحاضر .

تصنيف الفقاريات

تكون الحيوانات ذات العمود الفقري شعبة الفقاريات التابعة لشعبة الحبليات . أما الخطوة التالية للتصنيف فهي تقسيم الفقاريات المختلفة الى مجموعة من الطوائف . وتوضح المظاهر المميزة لبعض هذه الطوائف لكل من له دلالة ولو ضئيلة بالحياة . وتشمل طائفة الثدييات الحيوانات الثديية المعروفة ذات الدم الحار والمنطقة بالشعر والتي تحتوى فيما بينها على الانسان نفسه ، أما طائفة الطيور فتتميز بوجود الريش والأجنحة وبأن لها ، مثل الثدييات ، درجة حرارة جسم ثابتة . وتمثل طائفة الزواحف - في عدم وجود المظاهر التقدمية للطيور والثدييات - مستوى أقل رقياً للحياة على اليابسة ، بالمطافات « بالسحالي » والثعابين والسلاحف والتماسيح كأمثلة حية . وهناك مجموعة رابعة هي طائفة البرمائيات وتشمل الضفادع والعلاجيم والسمنندر وهي حيوانات رباعية الأرجل ، الا انها تذكرنا بالاسماك في كثير من الوجوه .

ويمكننا أن نجمع بقية الفقاريات الدنيا مشتركة تحت اسم « أسماك » وتجمع هذه النماذج (أو معظمها) أحياناً في طائفة واحدة من الفقاريات - والفكرة في هذه الحالة انها تبدو جميعها مبنية على فكرة مشتركة هي انها كلها تعيش في الماء وتحرك بالزعانف بدلاً من الاطراف . الا ان هذه غالباً وجهة نظر انسانية شخصية بحتة . فسمكة البكلاء الذكية ، والتي يشار غرضها ، يمكن أن تبين لنا أن ذلك ليس أكثر حساسية من وضع كل الحيوانات البرية في طائفة واحدة ما دامت الضفادع والانسان - من وجهة نظره - كرباعيات أرجل رئوية التنفس ، كثيرة التشابه . وفي الحقيقة اننا اذا نظرنا الى الموقف من الناحية المادية نجد أن سمكة البكلا والجلكى

على طرفي عالم الأسماك تختلفان من الناحية التركيبية اختلاف البرمائيات والثدييات ، وربما كان من الأفضل ترتيب الأسماك في أربع طوائف من الفقاريات الدنيا هي : طائفة **اللافكيات** للفقاريات عديدة الفكوك مثل الجلكيات الحية وأقاربها من الحفريات . وطائفة **مدرعات الجلد** للأسماك الفكية البدائية من العصر القديم التي اندثرت في الوقت الحاضر ، وطائفة **الأسماك الغضروفية** للأسماك القرش وأقاربها وطائفة **الأسماك العظمية** للأسماك الراقية التي تشكل في الوقت الحاضر غالبية عالم الأسماك .



شكل ١٥ - شجرة عائلة مبسطة لطوائف الفقاريات (عن رومر - قصة الفقاريات مطابع جامعة شيكاغو) .

إذا أردنا أن نجعل هذه الطوائف الثمان يمكننا على سبيل الاقتناع أن نعتبر المجموعات البرية الأربع العليا مكونة فوق طائفة رباعية الأقدام أو الحيوانات ذات الأربع الأرجل ، في حين تكون الأسماك فوق طائفة الأسماك :

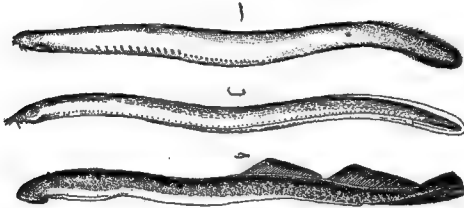
طائفة اللافيكيات	فوق طائفة الاسماك
طائفة مدرعات الجلد	
طائفة الاسماك الغضروفية	
طائفة الاسماك العظمية	فوق طائفة رباعية الاقدام
طائفة البرمائيات	
طائفة الزواحف	
طائفة الطيور	
طائفة الثدييات	

وليست هذه سوى طريقة واحدة من عدة طرق بديلة لتجميع طوائف الفقاريات . وهناك البعض ، يؤكدون على صفة تكوين الفكوك ، حيث يضمنون في مقابل « اللافيكيات » كل الفقاريات الباقية في مجموعة « الفكيات » أو (فكيات الفم) . كما أنه في تجميع آخر توضع أرقى ثلاث طوائف في مجموعة تسمى الرهليات (السلويات) ، على حين توضع الطوائف الخمس الباقية في مجموعة اللارهليات (اللاسلويات) . ويعتمد التقسيم الأخير على حقيقة أن الأنواع الدتيا بصفة عامة لها طريقة بسيطة في التكاثر حيث يوضع البيض وتنمو الصغار في الماء ، في حين أن الزواحف بيضة ذات قشرة توضع على اليابسة ويحدث التكوين بداخلها بطريقة معقدة (موصوفة في فصل آخر) . أما بعض الزواحف وكل الثدييات تقريبا فأنها تحمل صغارها أحياء ، إلا أنها استبقت على نفس النظام العام للتكوين الجنيني ، وقد اشتق اسم الرهليات من الرهل وهو أحد الأغشية التي تحيط بالجنين في أثناء نموه في الثدييات والطيور والزواحف على السواء .

ويوجد ملخص لتصنيف الفقاريات في نهاية الكتاب وفي أبسط صوره يمكن تخطيط نشأة طوائف الفقاريات (شكل ١٥) كما يلي :



ويطلق على الحليكات الحية والجريثات اسم « دائرية الفم » (شكل ١٦ ، ١٧) وهى تمثل مجموعة دنيا هى طائفة اللافيكات أو الفقاريات عديدة الفكوك واشهرها جللى البحر (البتروميزون) . وهى سمكة تشبه في مظهرها ثعبان السمك الا انها اكثر بدائية في تركيبها من ثعابين السمك الحقيقية (اسماك عظمية راقية التكوين) . والجللى لين الجسم عديم القشور ، ورغم ان له هيكلًا غضروفيا ضعيفا فانه خال تماما من العظم .



شكل ١٦ - ثلاثة أنواع من دائريات الفم (١) الجرىلى اللزج « بدلوستوما » (ب) جرىلى الميجرين (ج) الجللى أو البتروميزون (عن دين) .

ولا توجد آثار للزعانف الزوجية ؛ واكثر الصفات تخصصا ان الفكوك غائبة كلية . وبالرغم من ذلك فان الجللى اليافع مفترس ؛ اذ يكون فنجان الفم المستدير قرصا لاصقا يتصل بواسطة الحيوان بالانواع الراقية التى يفترسها من الاسماك ، كما يوجد بداخل الفم تركيب لسانى الشكل خشن يعتبر بدلا فعلا للفكوك الغائبة . وتوجد فتحة انف خارجية مفردة تفتح فى أعلى قمة الرأس ويتحد بها جيب الجسم السفلى (راجع الفصل ١٥) . وليست الممرات الخيشومية على هيئة فتحات كما فى الاسماك النموذجية ولكنها عبارة عن جيوب كروية تتصل بالقناة الهضمية وسطح الجسم بواسطة أنابيب ضيقة . وفى الصفات التركيبية المختلفة - الأفل وضوحا والمذكورة فى الفصول القادمة - تكون الحليكات كذلك مجموعة من الصفات التى تختلف فيها عن الاسماك النموذجية ، وهى صفات يبدو بعضها بدائيا وبعضها منحرفا أو شاذا .

ان الجرثيات المفردة الزوجية ، تشبه الجلكى فى انها بحرية ، الا انها تختلف عنه فى عدد من النقاط . فاللسان الخشن موجود ، الا ان الغم محاط بلوامس قصيرة بدلا من المص . والجرثيات اسماك رمادية اكثر منها مفترسة ، تحفر فى لحم الاسماك الميتة . وتقع فتحة الانف الخارجية على طرف البور بدلا من قمة الرأس ، كما ان الجيوب الخيشومية فى بعض الجرثيات لا تفتح مباشرة على السطح ، بل تتصل بفتحة خارجية مشتركة على كل من الجانبين .

ويوضع بيض الجرثيات فى البحر وتتكون الصغار مباشرة هناك ، غير ان الجلكى على النقيض من ذلك ، له طور واضح يعيش فى المياه العذبة . وفى كل ربيع تسبح الجلكتيات الى اعلى الانهار لوضع البيض حيث تقضى الصغار المتكونة بضع سنوات من حياتها كيرقات صغيرة (الاموسيتيس) توجد مدفونة تقريبا فى طين الجداول الصغيرة والانهار ، وليست هذه اليرقات مفترسة على الاطلاق ، حيث لا يوجد لسان خشن او مص فمى ، وبدلا من ذلك فانها مصفائية التغذية حيث تقوم بتصفية جزئيات الطعام كما يفعل السهم . ويدخل تيار مائى الى الغم بفعل الاهداب ثم يمر خلال بلعوم ، يمكن مقارنة تركيبه بالغم الداخلى فى السهم ، ومن ثم يطفو على الفتحات الخيشومية . وفى نهاية المرحلة اليرقية يحدث تغيير مفاجىء وملحوظ فى التركيب هو « التحور » ينزل بعدها الجلكى الصغير ، بكل صفات الحيوان اليافع كاملة التكوين ، الى البحر . الا انه من الممكن للجلكى كحيوان يافع ان يبقى فى المياه العذبة ، وقد نجح جلكى البحر فى غزو البحيرات الامريكية الكبيرة ، كما ان بعض انواع المياه العذبة الصغيرة من الجلكى لا يمكنها ان تعيش حياة مفترسة ، ولكنها تكاثر ويوت بعد التحور بفترة قصيرة فى الانهار التى نشأت فيها .

من المتفق عليه عامة ان عدم وجود الفكوك ، وربما الزعانف ، يعتبر صفة بدائية لدائريات الغم ، غير ان هناك شك فى ان الصفات الاخرى بدائية ايضا . وهناك من الاسباب ما يكفى لاعتبار عدم وجود هيكل عظمى صفة متداعية ، فطبيعة الافتراس او الترمم من الصعب انها كانت موجودة فى الاسلاف القنارية (اقل ما يمكن ان يقال ان تبادل اكل لحوم البشر غير مفيد) وخيشونة اللسان من خصائص دائريات الغم . وتمثل دائريات الغم مستوى بدائيا لتكوين القناريات ، الا انها ليست فيما بينها اسلاف قنارية .



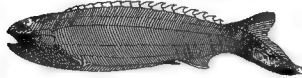
شكل ١٧ - مقطع طولى فى الجرى اللزج « بدلولستوما »

١ = الشرج ، ٢ = الأوطى ، ٣ = ثقب بطنى ، ٤ = اذين القلب ،
 ٥ = دماغ أو مخ ، ٦ = جيب خيشومى ، ٧ = قناة من الحفرة الشمية
 الى الحلق ، ٨ = تراكيب قرمية تشبه الانسان ، ٩ = الأوطى
 الظهري ، ١٠ = أشعة الزعنفة الظهرية ، ١١ = الأمعاء ، ١٢ =
 الفتحات الداخلية للخياشيم ، ١٣ = حاجز بين الصفائح العضلية ، ١٤
 = الكبد ، ١٥ = قطع عضلية ، ١٦ = فم ، ١٧ = كيس الأنف
 الخارجية ، ١٨ = غلاف الحبل الشوكى ، ١٩ = الحبل الظهري ،
 ٢٠ = الأنبوبة العصبية (الحبل الشوكي) ، ٢١ = البلعوم ، ٢٢ =
 غلاف الحبل الظهري ، ٢٣ = لسان تأبل للخروج ، ٢٤ = أعضاء
 بولية تناسلية ، ٢٥ = بطين القلب ، ٢٦ = الوريد الرئيسى الخلفى
 (عن دين)

وإذا نظرنا الى سجل الحفريات نجد أن أقدم وأكثر الحفريات الفقارية
 بدائية ، الموجودة فى رواسب العصر الأوردوفيسى والسلورى ، وأكثرها
 من المياه العذبة وتعيش فى مصر الديفوتى ، كانت مخلوقات تشبه الأسماك
 تعرف بمصفحات الجلد (شكلان ١٨ ، ١٩) . ويوجد تشابه سطحي قليل
 بينها وبين دائريات الفم ، غير أن الدراسة قد أثبتت أن مصفحات الجلد كانت
 أمثلة قديمة عديدة الفكوك لطائفة اللافيكات . وفى غالبية مصفحات الجلد
 كما فى دائريات الفم توجد فتحة أنف خارجية واحدة تقع فى أعلى قمة الرأس .
 وينقص كثير من مصفحات الجلد (كدائريات الفم) الأطراف الزوجية بالرغم
 من وجود أشواك زوجية أو زوائد جلدية غريبة ، فى بعضها ، تبرز من
 الجسم خلف الرأس .



١- بوراسبيس



٢- بيريولبيس



٣- هيميسيكلاسبيس

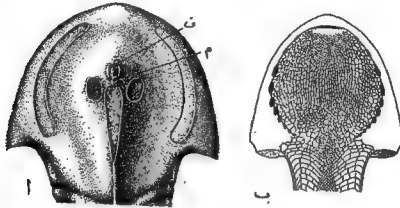
شكل ١٨ - حفريات مصفحة الجلد . ١ - بوراسبيس : يمثل مجموعة (الهنوستراس) التي كانت فتحات الأنف الخارجية فيها زوجية وبطنية الموضع . وتفتح الخياشيم بفتحة مشتركة خلف الصفائح الدرعية الرئيسية على كل جانب .

ب - بيريولبيس : وهو أحد أفراد مجموعة (الأناسبيدا) التي تسبح بنشاط والذليل متآكل من الجهة السفلى على عكس ما هو موجود في القرش . والفتحات الخيشومية على شكل دوائر على الجسم ، وتوجد أشواك صغيرة عند مكان نمو الزعانف الزوجية الصدرية والحوضية في الأسماك الراقية . وتفتح فتحات الأنف الخارجية على السطح الظهري بين العينان .

ج - هيميسيكلاسبيس : وهو أحد أفراد مجموعة السيفالاسبيس (رتبة الأوستيوستراسي) . وفيه يوجد الرأس ومنطقة الخياشيم إلى أعلى داخل درع عظمي صلب . كما أن فتحة الأنف الخارجية تقع ظهريا بين الحجاجين وتفتح الخياشيم في الناحية البطنية أسفل الرأس العريض (راجع شكل ١٩ ، ب ، ٢٣٢ ،) وتشاهد تراكيب زعنفية الشكل في مكان الزعانف الزوجية الصدرية .

(٩ ، ح عن هانتز ، ب عن كير)

ولقد كانت مصفحات الجلد ، في غياب الفكوك أو التراكيب القارضة أو المسننة الأخرى ، غير مفترسة . كما نجد أنه كان في معظمها منطقة راسية كبيرة الامتداد ، كان يشغل معظمها غرف خيشومية واسعة (شكل ٢٣٢) ويبدو واضحا أن هذه المقاربات القديمة ، مثل أسلافها من الحبليات ومثل يرقات الجلكى الموجودة في الوقت الحاضر ، أمكنها أن تعيش بتصفية المواد الغذائية خلال أجهزتها الخيشومية . والكثير منها ، رغم قدرته على الحركة بدليل سمكى ، كان مفلطحاً ، ولا بد أنها كانت حيوانات خاملة إلى حد ما .



شكل ١٩ - أ - منظر ظهري ، ب - منظر بطني لمنطقة الرأس في أحد الحفريات مصفحة الجلد من نوع السيفالاسبيس (راجع شكل ١٥ ، ح) . وتشاهد في الناحية الظهرية فتحات للأعين الزوجية والعين الوسطية (م) وفتحة وسطية (ف) للأنف الخارجية وكيسن الجسم السفلى . وفي الناحية البطنية ينطى الحلق بغسيفساء من صفائح صغرية تغطي مجموعة ممتدة من الجيوب الخيشومية (شكل ٢٣٢) أما الفتحات الدائرية على كل جانب فهي فتحات الخياشيم أما الفم فهو فتحة أمامية صغيرة . (عن ستينيو) .

ويوجد التناقض بينها وبين دائريات الفم الحديثة في الهيكل . فقد كانت جميع مصفحات الجلد مغطاة بدرع عظمي جيد ، كما كان لبعضها هيكل عظمي داخلي كذلك . وقد كان من المعتقد سابقا أن الفقاريات البدائية كانت (كدائريات الفم الحية وأسماك القرش) نماذج غير عظمية لها هيكل غضروفي فقط . وربما كان هذا صحيحا بالنسبة للأسلاف الأقدم من الحبليات ومصفحات الجلد غير اليافعة . غير أن ثقل العظم في أقدم الحفريات الفقارية المعروفة ، والدليل على أن تص بدلا من الزيادة في التعظم في التاريخ المتأخر

لكثير من مجموعات الأسماك ، يدل على أن الأسلاف الفقارية كانت مدرعة في شكلها اليافع وإن غياب العظم في الفقاريات الدنيا الحية صفة متداخلة أكثر منها بدائية . أما بخصوص الأسباب لهذا التكوين المبكر للعظم فلسنا متأكدين منها . وأحد هذه المقترحات يعتمد على حقيقة أننا نجد مع أقدم الفقاريات ، في رواسب الأنهار الموجودة فيها ، بقايا إيوريتريدات - عقارب مائية قديمة وقشريات غير معروفة تماما تسمى سيراتيو كاريدا . وكان كل من هذين النوعين من المفصليات نهما وكان في المعدل ، أكبر نسبيا من مصفحات الجلد الصغيرة التي عاشت بينها . وربما كانت الفقاريات في مراحلها المبكرة محتواة ضمن عالم المياه العذبة ، وإن الدرع العظمي كانت وسيلة دفاعية ضد أعدائها من اللافقاريات . وعندما أصبحت الفقاريات مؤخرا أكبر وأسرع وأصبحت نفسها مفترسة ، اختفت الإيوريتريدات من سجل الحفريات ، كما انكمشت السيراتيوكاريدا إلى حد لا مفزى له .

مدرعات الجلد

لقد وصلت مصفحات الجلد إلى قمة تكوينها في العصر السيلاوري . وفي نهاية هذا العصر ظهرت بعض الأنواع المتقدمة نوعا من الأسماك التي برزت إلى حد كبير في العصر الديفوني التالي ، غير أنها اندثرت قبل نهاية الحقبة القديمة من الحياة . وقد كان معظمها غريب الأشكال لا يشبه أيا من الأسماك الموجودة في الوقت الحاضر. وأنه لبعيد عن الحقيقة أنها كانت مجموعة طبيعية حقيقية ولكنها تعتبر بصفة عامة طائفة خاصة من الفقاريات هي مدرعة الجلد التي يشير اسمها إلى حقيقة أن معظمها، كمصفحات الجلد، مغطى بدرجات متفاوتة بصفائح درعية .

ولكل مدرعات الجلد فكوك ، وتمثل هذه الصفة تقدما كبيرا عن مصفحات الجلد ، وهي صفة فتحت أبوابا كثيرة للحياة أمام الأسماك ومكنتها من أن تصبح أكثر نشاطا وأكثر انتشارا . ويطلق المصطلح فك فكيات أو « فكيات الفم » عادة على مدرعات الجلد وجميع الفقاريات الراقية لتمييزها عن اللافكيات . غير أن الفكوك في مدرعات الجلد كثيرا ما تكون من أنواع غريبة وتبدو غالبا مبنية على طريقة بدائية أو شاذة - حيث كانت الطبيعة لا تزال في تجربة مع هذه التراكيب . كما أن الزعانف الزوجية بدلت في طريق التكوين لتتمشى مع الحرية التي اكتسبتها الأسماك ، غير أن هذه التراكيب أيضا متفاوتة وكثيرا ما تكون مصممة بطريقة شاذة (من وجهة النظر الحديثة) لقد كانت مدرعات الجلد المبكرة تعيش في المياه العذبة كمصفحات الجلد من قبلها إلا أن الكثير منها غزا البحار في أثناء العصر الديفوني .

وأكثر مدرعات الجلد ذات المظهر العادي هي الأكانثوديا (شكل ١٤٢)
ويطلق عليها عادة اسم « أسماك القرش الشوكية » . والنسب العامة للجسم
فيها تشبه القرش ، إلا أن الأكانثوديا تختلف كثيرا عن شكل القرش في
الصفات الأخرى ، وعلى الأخص حقيقة أنها مغطاة تماما بقشور عظمية حسنة
التكوين يمكن مقارنتها بالقشور الموجودة في بعض الأسماك العظمية الراقية ،
وتتكون الزعانف أساسا من أشواك ذات أحجام كبيرة أحيانا ، ويبدو خلفها
غشاء صغير من الجلد . ولقد كانت الأثروديرا أكثر شيوعا في معظم العصر
الديفوني وهي أسماك متمفصلة العنق (شكل ٢٠ ب) ، وفي هذه المجموعة
نجد أن منطقة الرأس والخياشيم مغطاة بدرع عظمية كبيرة ، كما يلف معظم
الجسم بحلقة من الدروع ، وتتصل المجموعتان الدرعتان بعضهما ببعض



(أ) - كليتيوس



ب - ديفيكليس



ج - بوشيريوليميس

شكل ٢٠ - حفريات لمدرعات الجلد من العصر الديفوني . ١ - أكانثودي
(قرش ذو أشواك) له أشواك زعنغية كبيرة وزعانف إضافية بين أزواج
الزعانف الصدرية والحوضية .

- ب - أرثرودير ضخّم له رأس وصفائح درعية صدرية وجسم عار .
- ج - انتاركي له مجاذيف عظمية غريبة في مكان الزعانف الصدرية .
- (١ - قلادة مأخوذة من واتسون ، ب - عن هابنتر ، ج - عن باتن)

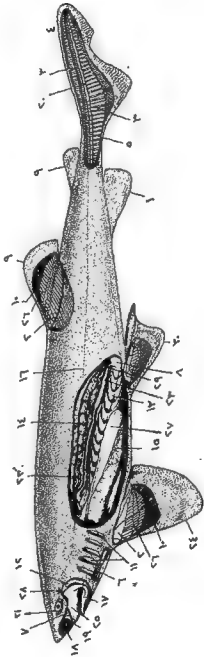
بزوج من المفاصل المتحركة (ومن هنا جاءت التسمية) . وهناك أيضا صفائح عظمية غريبة تساعد الفكوك والأسنان في تأدية وظيفتها ، وقد كان الجزء الخلفى من الجسم عاريا في الأثروديرا النموذجية ، وكانت في بعض النماذج زعانف زوجية حقيقية ، غير أن كل ما نجده في أكثر الأثروديرا بدائية هو زوج من الأشواك الكبيرة الجوفاء المثبتة يبرز الى الخارج من منطقة الكتف ، وهى نوع من التراكيب الدعامية او الحافظة للتوازن . وترتبط انتاركيما العصر الديفونى (شكل ٢٠ ، ج) بالأثروديرا ، وهى عبارة عن حيوانات صغيرة قريبة الاشكال لها مجموعتان من البردوع مثل الأثروديرا غير أن رؤوسها صغيرة ، والصفائح الفكية دقيقة قارضة ، اما بالنسبة للأطراف فيبرز من الجسم زوج من الزعانف المتفصلة مثل الإجنحة العظمية . وهناك كذلك مدرعات جلد أخرى (الا انها غير معروفة تماما) لها دروع مختلطة ، وزعانفها مكونة تكوينا عاديا ، وهى تمثل فى الغالب حلقة انتقال بين أسلاف مدرعة وأنواع قرشية .

ولقد كان من الواضح أن غالبية مدرعات الجلد تحيد كثيرا من الخطوط الرئيسية لتطور الفقاريات والقليل ، أن وجد ، من الأنواع المعروفة يمكن اعتباره أسلافنا حقيقية للفقاريات المتأخرة . غير أنها ، كمجموعة ، يبدو أنها تمثل خطوة طبيعية أولى في تكوين الفقاريات الفكية . ومعظم هذه الهياكل التجريبية لم يكن ، على المدى الطويل ، ناجحا ، والبعض الآخر ، غير معروف تماما أو لا يزال غير معروف على الإطلاق ، نشأت منه الطائفتين ، الأكثر تقدما ، من الأسماك .

الأسماك شبيهة القرش

تعتبر أسماك القرش الحديثة الأمثلة النموذجية لمجموعة كبيرة موجودة من الأسماك البحرية التى تحمل فكوكا هى الأسماك الغضروفية . ويرجع اسم الأسماك الغضروفية الى حقيقة أن العظم غير معروف اطلاقا في أى فرد من المجموعة . ويبدو من المحتمل أن غياب العظم من أسماك القرش يعزى الى عملية اختزال ، حيث أن التتوءات التى تشبه الأسنان والموجودة في جلد أسماك القرش ، والأشواك الموجودة في بعض الأحيان على الزعانف ما هى الا بقايا أخيرة من الدرع التى غلفت في وقت ما أسلافها من مدرعات الجلد.

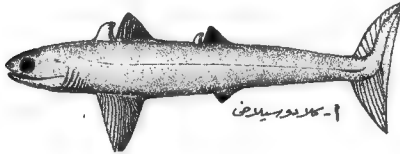
وأسماك القرش مفترسة بطبيعتها ، وباستثناء البعض منها فهى كلها بحرية . وفيما عدا تداى الهيكل فان أسماك القرش تبدو بوجه عام أسماك



شكل ٢١ - تشریح تخطيطی لانی القروش . ١ = الزعنفة الترجية ، ٢ = العناصر القاعدية للزعنفة ، ٣ =
 العناصر القاعدية والنمطية ، الفصان العلوى والسفلى للزعنفة الدالية ، ٤ = الزعنفة الدالية ، ٥ = جسم فقرات
 المخروط الشريانى ، ٦ = قوسج مخروق ، ٧ = الكلى الاولى ، ٨ = المجموع ، ٩ = الزعنفة الظهرية ، ١٠ = الاشعة الجذبية
 للزعنفة ، ١١ = تحتات خيشومية ، ١٢ = الكلى الاولى ، ١٣ = الامعاء بالصمام المطرونى ، ١٤ = السكبة ، ١٥ =
 الكبد ، ١٦ = الخط الجانبي ، ١٧ = المثانة ، ١٨ = المثانة الامامية والخلفية للجيب الانفى ، ١٩ = الحبل الظهري ،
 ٢٠ = النشاء الرامش للمين ، ٢١ = البيض ، ٢٢ = قناة البيض ، ٢٣ = الزعنفة الصلوة ، ٢٤ = فقرات الفك
 العلوى ، ٢٥ = عناصر الاشعة الزعنفية ، ٢٦ = المسدة ، ٢٧ = التنفس ، ٢٨ = القناة البولية ، ٢٩ = الزعنفة
 الحوضية (البطنية) .

حقيقية من نوع بدائي . أما خصائص دائريات الفم والتراكيب التجريبية الغريبة الموجودة في الأثروديرا الغريبة الأشكال فهي غالبة . وفتحات الأنف الخارجية مزدوجة وتقع بالقرب من طرف البوز .

وتوجد فكوك حسنة التكوين ، غير أنه في غياب العظم لا توجد جمجمة متكونة ، كما أن الفكين العلويين ليس لهما أى اتصال بالعلبة المخية . وتحيط الخياشيم بممرات تشبه الفتحات ، عددها ، في الحالات النموذجية ، خمس ، وهي تفتح منفصلة على السطح الخارجى ، كما توجد بوجه عام فتحة أمامية صغيرة إضافية (للتنفس) . وتوجد زعانف زوجية حسنة التكوين وزعنفة



شكل ٢٢ - الأسماك الفسروفية الفكية . ١ - فرش بدائي من العصر الديفوني ، ب - نوع حديث من القرش ، ج - كيميرا .
(١ - عن دين وهاريس ، ب - عن جارمان ، ج - عن دين) .

ذيلية قوية ينحنى طرف الجسم في فصها العلوى . ومن صفات أسماك القرش ، وأقاربها ، غير البدائية غالبا أنها تنتج بيضا كبيرا الحجم يحتوى على كميات كبيرة من المخ . ويختلف هذا البيض في افراد كثيرة من المجموعة بقشرة قرنية قبل وضعه ، وفى مقابل ذلك فإن البيض يجب اخصابه قبل خروجه من جسم الام ، كما ان ذكور القرش قد تكونت لها مسالكات تبرز



شكل ٢٣ - نوع داسيسياس . الزعانف الصدرية عظيمة الاتساع ، الدليل مختزل الى كراباج قابل للثنى . التنفّس موجود خلف العين مباشرة . (عن جارمان) .

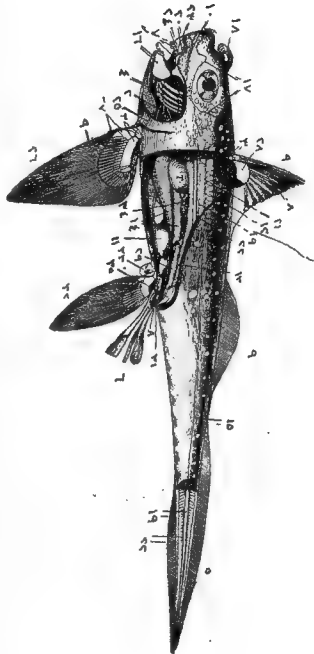
من الزعانف الحوضية لتساعد على ادخال الحيوانات المنوية . ويسمح الاخصاب الداخلى بإمكان تكوين الصفار داخل جسم الام . وفى مختلف أسماك القرش والسفانين يبقى البيض المخصب فى القناة التناسلية للام وينمو هناك حيث تولد الصفار احياء . (كذلك فقد تكونت نفس الطريقة فى كثير من الرواحف وكل الثدييات تقريبا) . وقد ظهرت أسماك القرش اول ما ظهرت فى الفترة الاخيرة من العصر الديفونى وليست كالدوسلاخيات هذه الفترة (شكل ٢٢ ، ١) سوى نموذج يمكن أن يكون على وجه التقريب سلفا لكثير (ان لم يكن لكل) الاسماك الفصروفية المتأخرة . ولقد كانت هناك نماذج مختلفة من القرش فى بحار اواخر الحقبة القديمة من الحياة ، وبالتقريب من نهاية حقبة الحياة الوسطى نجد انواعا من القرش تشبه الموجودة فى المحيطات الحديثة (شكل ٢١ ، ٢٢ ، ب) وفى للحقبة الوسطى كذلك ظهرت القوابع والسفانين (شكل ٢٣) ، وهى نماذج مشتقة من القرش ، نرى

مغمرة بوجبة من الرخويات وتميش في القاع وهي طبيعة ارتبط بها الشكل المفلطح للجسم في هذه الأسماك غير الجذابة . وفي الشفانين النموذجية نجد أن الدليل والزعانف الحوضية مختزلة كثيرا ، في حين أن الزعانف الصدرية عظيمة الاتساع وتمتد الى الامام فوق الفتحات الخيشومية ، وقد تلتقى أمام الرأس ، وتحرك هذه الأسماك بالحركة التوجيهية لهذه الأطراف العريضة . وحيث أن الغم قد يدفن في طين أو رمل قاع البحر في الوضع الساكن للحيوان فإن المتنفس (الصغير أو الغائب في القرش) يكون هنا فتحة كبيرة خلف العين يدخل من خلالها الماء الى البلعوم .

ومن المجموعات الواضحة بين الأسماك الفسوفية مجموعة الكيميرات، أو أسماك الفار ، أو الأسماك كاملة الرأس (شكل ٢٢ ، ج ، ٢٤ ص ٦٤) ، وهي نماذج من المحيط نادرة نسبيا . ان هذه الأسماك ، مثل القواقع ، اساسا آكلة رخويات ، ولكن الجسم غير مضغوط كثيرا ، وتتضمن خصائصها ، بين الصفات الأخرى ، تكوين صفائح سنية ضخمة وفكوك عليا تلتحم بصلابة (على التقىض من تلك الخاصة بالقرش) مع العلبة المخية . وينطى منطقة الخياشيم ثنية أو زائدة من الجلد (كما تفعل مجموعة من الصفائح العظمية في مدرعات الجلد والأسماك العظمية الراقية) . والمفروض ان الكيميرات قد اشتقت من أسماك القرش المبكرة ، غير أن سجل الحفريات ليس كاملا .

الأسماك العظمية

تتضمن طائفة الأسماك العظمية الغالبية العظمى من الأسماك . وكما يتضح من الاسم فهي نماذج بقي فيها الهيكل العظمى وأدخلت عليه بعض التحسينات . ويوجد نظام مميز ، مع اختلافات ، في أغلب أفراد المجموعة ، في عظام الجمجمة والفكوك وأغطية الخياشيم وفي مجموعة القشور العظمية التي تغطي الجسم . ولقد كان من المعتقد في وقت من الأوقات أن هذه الأسماك منحدره من نماذج تشبه القرش ، وأن العظم فيها إضافة جديدة . غير أنه يبدو الآن أكثر احتمالا أن الهيكل العظمى هنا امتداد وتحسين لما كان موجودا في مصفحات الجلد ومدرعات الجلد .



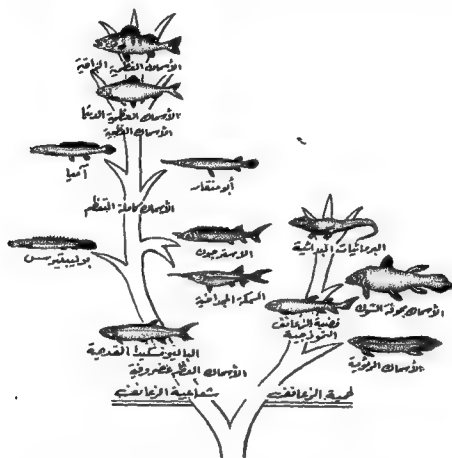
شكل ٢٤ - تمثيل تخيلي للذكور كيمي ١ = التبرج ٢ = المخطط التبرجاني ٣ = المنصر المتصدي للورمسة ٤ = الأقراس المبيضة
 ٥ = أو مدقة الملية ٦ = مسحات ٧ = مسحات سفية ٨ = الأدمة الجذبة للورمسة ٩ = الوذيف الطيرية ١٠ = صفائح جذبية ضخمة التسة الخط
 البياضي ١١ = الأدمة بالمسام المبروزة ١٢ = الغضاريف (الناحية للورمسة للورمسة) ١٣ = الكلية ١٤ = الكبد ١٥ = حجاب الخط البياضي ١٦ =
 مفروق الكلى السفلى ١٧ = قنوات المخطط البياضي للراس ١٨ = قنوات متعاطلة (المبيضة للورمسة ١٩ = مسحات ٢٠ = صفائح
 سفية ٢١ = الأدمة المظلمة للورمسة ٢٢ = الوذيف الطيرية ٢٣ = صفائح جذبية صغيرة التسة الخط البياضي ٢٤ = الأدمة بالمسام المبروزة ٢٥ =
 = الغضاريف الناحية للورمسة للورمسة ٢٦ = الكلية ٢٧ = الكبد ٢٨ = قنوات متعاطلة (المبيضة للورمسة ٢٩ = مسحات ٣٠ = صفائح
 ٣١ = حجاب الخط البياضي ٣٢ = قفوف الكلى السفلى ٣٣ = الحبل الطيري ٣٤ = (المبيضة للورمسة ٣٥ = صفائح الجذبية
 القوس المضيئة ٣٦ = غلاف الحبل الطيري ٣٧ = قفوف الكلى السفلى ٣٨ = الأدمة المظلمة للورمسة ٣٩ = قنوات متعاطلة (المبيضة للورمسة ٤٠ = كبد الكلى ٤١ = التسة الجذبية التسمية ٤٢ = الأدمة
 المبرزة (البينية) ٤٣ = المسحات الإسمية الأدمة ٤٤ = البرج ٤٥ = الورمسة التبرج •
 (مو ١٩٤٤)

وتوجد الأسماك العظمية الأولى في أحجار العصر الديفوني المبكر . وعلى ذلك فهذه الطائفة أقدم بكثير من أسماك القرش ، وفي منتصف العصر الديفوني كانت الأسماك العظمية هي النماذج السائدة في المياه العذبة ، إذ كانت موجودة بأكثر تنوعا ووفرة في العصور القديمة المتأخرة . وفي حقبة الحياة الوسطى غزت البحار كذلك وأصبحت مياه البحر مرتعا للطائفة . ويبدو أن الرئتين كانتا موجودتين في كل الأسماك العظمية البدائية بالرغم من أن هذه التراكيب في الوقت الحاضر قد اختفت عادة أو تحولت إلى عضو هيدروستاتيكي هو المثانة الهوائية . والمفروض أن الرئتين كانتا تساعدان في المعيشة تحت ظروف الجفاف الموسمية ، حيث كانت مثل هذه الظروف موجودة في المياه العذبة التي عاشت فيها الأسماك العظمية السالفة . ومؤخرا مع التغيرات المناخية وعلى الأخص مع تحرك أغلب أنواع الأسماك العظمية الموجودة إلى البحر فقدت الرئة أهميتها .

ويعتبر تاريخ نشوء الأسماك العظمية مقبدا إلا أنه يجب استعادته لكي نحفظ في الدهن وضع كثير من الأنواع المثيرة للاهتمام وذات الأهمية التشريحية (شكل ٢٥) . وقد قسمت الأسماك العظمية في مستهل تاريخها المعروف إلى مجموعتين كبيرتين أطلق عليهما طويغتي لحمية الزعانف وشعاعية الزعانف .

لحمية الزعانف : تعتبر لحمية الزعانف ، من وجهة نظر انحدار الحيوانات البرية ، هي أهم الاثنين . حيث أنها تشمل رتبة الأسماك فصيحة الزعانف التي يبدو أن الفقاريات البرية قد انحدرت منها ورتبة الأسماك الرئوية وهي الأقارب الحية لأسلاف أسماكنا . وتحتوي بعض لحميات الزعانف (على النقيض من الطويغية الأخرى) على فتحات أنف داخلية كما هي الحال في كل الفقاريات البحرية . (وبسبب وجود هذه التراكيب فقد سميت هذه الأسماك أحيانا بالأسماك القمعية) . وعلى النقيض الواضح من الأسماك شعاعية الزعانف توجد زعانف زوجية لحمية الفصوص (وهي صفة ترجع إليها تسمية هذه المجموعة) وكصفة علمية ، تشور كانت في النماذج المبكرة ذات تركيب واضح عن تلك الموجودة في شعاعية الزعانف . (القشور المبكرة ذات تركيب واضح عن تلك الموجودة في شعاعية الزعانف .)

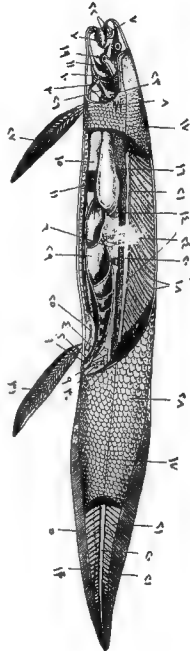
(القشور الكوزمية ، راجع الفصل ٧) .



شكل ٢٥ - شجرة العائلة مبسطة للأسماء العظمية لتبين علاقتها بعضها وبالمائات .

الاسماك فصية الزعانف : كانت اكثر الاسماك العظمية شيوعا في العصر الديفوني هي فصية الزعانف (شكل ٢٧ ، ١) وهي اسماك عدوانية مفترسة لها صفات تركيبية هامة من نوع يتوقع وجوده في اسلاف البرمائيات . غير أنها اصبحت نادرة الوجود في العصر الكربوني واندثرت فصية الزعانف النموذجية مع نهاية الحقبة القديمة .

الا انه في نفس الوقت تكون فرع جانبي عجيب من الاسماك تسمى مجوفة الشوك (شكل ٢٧ ، ب) وكانت هذه نماذج لها "بوز" غليظ ويريض، وفنوك واسنان ضعيفة هاجرت الى بحار الحقبة الوسطى للحياة . وتوجد آخر الحفريات مجوفة الشوك في صخور العصر الكرتاسي ، ولقد كان



- شكل ٢٩ - تشرح تخطيطي لسمكة قرشية . ١ = ثقب بطني ، ٢ =
 المجمع ، ٣ = المخروط الشرياني ، ٤ = الفتحة المستقيمة ، ٥ = الزعنفة
 الدبالية ، ٦ = المسارقا الظهرية ، ٧ = صفائح سنينة ، ٨ = خياشيم
 خارجية ، ٩ = فتحة تناسلية ، ١٠ = الأقواس الخيشومية ، ١١ =
 الحوصلة المفرارية ، ١٢ = لامية قرنية ، ١٣ = أجوالك دموية ، ١٤ =
 لكاة ، ١٥ = الكبد ، ١٦ = الرئة ، ١٧ = النخط الجاني ، ١٨ = التوركة
 مقلية ، ١٩ = الفك السفلي ، ٢٠ = الحبل الظهري ، ٢١ = الغشاء الجانبي
 المعشبية ، ٢٢ = الفتحة الخارجية والداخلية للأنف ، ٢٣ = غشاء التامور ، ٢٧ =
 البيض ، ٢٥ = الحزام الحوضي ، ٢٦ = الصمام الطرزي للأعضاء ، ٢٠ =
 الزعنفة الصغرية ، ٢٨ = فتور ، ٢٩ = الصمام الطرزي للأعضاء ، ٢٠ =
 الفتحة البرية ، ٣١ = الزعنفة الوحشية (البطنية) . (من دين)



١- أوستيوليسيس



٢- لدينغيريا

شكل ٢٧ - الأسماك فصية الزعانف . ١ - نموذج مثالي من العصر الديفوني ،
ب - النموذج الحي الوحيد من مجوفة الشوك . (١ - عن تراكوير ، ب -
من ميللوت) .

المعروف منذ زمن بعيد أن أقارب أسماكنا فصية الزعانف كانت مندثرة منذ وقت الديناصورات . غير أنه في عام ١٩٣٩ ، من دواي الدهشة للعلم ، ثبت أن إحدى الأسماك التي صيدت من ساحل جنوب أفريقيا من مجوفة الشوك ، ولسوء الحظ كانت هذه العينة غير محفوظة بكاملها ، إلا أنه أمكن الحصول حديثاً على عينات أخرى أفضل من المياه العميقة في جزر كومودو في المحيط الهندي ، ويقوم بدراسة تركيبها بالتفصيل علماء فرنسيون ، ولاية معلومات عن تركيب هذه السمكة أهمية كبيرة ما دام لدينا هنا أقارب الأقارب الحية من الأسماك لرباعيات القدم . غير أنه يجب أن يكون في ذهننا أن مجوفة الشوك قد تغيرت تغيراً ملحوظاً في بيئتها في أثناء تاريخها الطويل . وعلى ذلك فانه من المحتمل أن كثيراً من تركيبها قد أصبح متخصصاً ليطمحى مع تغيير بيئتها أكثر منه للأبقاء على حالات الأسلاف الحقيقية .

الأسماك الرئوية : تمثل الأسماك الرئوية (شكل ٢٦ ، ٢٨) في وقتنا الحاضر بثلاثة أجناس تعيش في المناطق الاستوائية : أحدها في أستراليا ، والآخر في أفريقيا ، والثالث في أمريكا الجنوبية ، وتشبه الأسماك الرئوية



أ- ديفنيرس



ب- إيسيراتودس

(شكل ٢٨)

اسماك رئوية . ١ - أقدم أنواع حفريات العصر الديفوني ، ب -
- البيسيراتودس من استراليا . لقد تغير الزعانف الوسطية أثناء تاريخ
المجموعة .

(أ - عن تراكوير ، ب - عن دين)

تماما ، في كثير من الصفات التشريحية وفي طريقة تكوينها ، البرمائيات ، وقد
ظن الكثير في وقت من الاوقات انها اسلاف حقيقية للبرمائيات . ولكنه من
المعقول أكثر الآن أن نعتقد أن هذه الصفات كانت موجودة كذلك في أقاربها
فصيات الزعانف الأسلاف ، وأن الأسماك الرئوية تعتبر أعماما أكثر منها
أجدادا للفقاريات البرية . وتركيب المجموعة في الأسماك الرئوية الحية
والحفريات من نوع عجيب ، وواضح أنه لا يشبه مجموعة الأسلاف الحقيقية
للبرمائيات وأن التعظم مختزل في الهيكل كله . ويرتبط بفدانها من اللافقاريات
والمواد النبائية وجود صفائح سنية مروحية الشكل متخصصة في كل الأسماك
الرئوية . ومما هو جدير بالاهتمام أن الأسماك الرئوية قد عاشت وازدهرت
فقط في المناطق التي تجد فيها في الوقت الحاضر حالات من الجفاف الموسمي
تشبه ما نعتقد أنه كان موجودا في العصر الديفوني . ويمكن للنموذج
الاسترالي أن يعيش في المياه الراكدة بتنفس الهواء ، في حين يستطيع
النموذجان الآخران أن يتحملا حتى الجفاف الكامل للماء بعمل جحور في الطين
يدفنان أنفسهما فيها حتى موسم الأمطار وتوافر المياه . وتعتمد الأسماك
الرئوية الأفريقية على الهواء لدرجة أنها تفرق وتموت إذا هي بقيت تحت
الماء .

شعاعية الزغائف : تعتبر فصيات الزغائف ذات أهمية بالغة كأنواع أسلاف للفقرات العليا ، أما كاسماك ناجحة فإن الأسماك شعاعية الزغائف تعتبر أكثر أهمية . ابتداء من العصر الكربوني أصبحت هي الأسماك السائدة . وعلى النقيض من كثير من لحمية الزغائف ، لا يوجد فتحات أنف داخلية كما أن القشور كانت بدائية من نوع مختلف تماما باستثناء بعض النماذج البدائية لم يكن للزغائف فصوص لحمي أبدا . وبدلا من ذلك ، كما يتبين من الاسم ، فإن الزغائف الزوجية عبارة عن أغشية من الجلد مدعمة بأشعة قرنية .

وقد قسمت شعاعية الزغائف منذ فترة طويلة الى ثلاث مجموعات ، سنعتبرها هنا فوق رتب ، هي الأسماك الغضروفية ، والأسماك كاملة التعظم والأسماك العظمية مرتبة ترتيبا تصاعديا ، وليست هذه الأسماء دقيقة وخاصة من وجهة نظر معلوماتنا الحالية من تطور الأسماك شعاعية الزغائف غير أنها يمكن الإبقاء عليها على سبيل الإرضاء .

الأسماك المتفصرفة : لقد كانت الأسماك شعاعية الزغائف ممثلة في الحقبة القديمة من الحياة بأجناس كثيرة من الأسماك المتفصرفة تعرف بالأسماك البراقة البائدة (شكل ٢٩ ؛ ١) . وكانت هذه الأسماك صغيرة



(شكل ٢٩)

اسماك شعاعية الزغائف بدائية . ١ - نوع مبكر من حقبة الحياة القديمة ، ب - مثال حي من الأسماك البراقة البائدة ذو زغائف متحورة التركيب .

(١ - عن تراكوير ، ب - عن دين)

الحجم بوجه عام لها ذيل منحرف الى اعلى يشبه ذيل القرش (من النوع غير المتساوى) راجع شكل ١١٢١ ، كما ان لها قشورا مغطاة بمادة لامعة تعرف بالجائونين . (ويطلق مصطلح جانويدات احسانا على اسماك هذه المجموعة . غير انه يجب تحاشيه حيث انه يستعمل عادة بدون تمييز وبمعان متباينة لاية سمكة قديمة لها قشور لامعة) . وفي الأيام المبكرة من تاريخ الاسماك العظمية كانت فصيات الزعانف والاسماك الرئوية تزيد عددا من النماذج شعاعية الزعانف البدائية ، الا انه بحلول العصر الكربوني اصبح عدد الأخيرة كبيرا جدا عن منافسيها المبكرة واحتشدت في البحيرات والأنهار القديمة في اعداد وأنواع هائلة . واستمرت هذه الاسماك متوافرة في العصر الترياسي ؛ وكانت ممثلة اساسا بأنواع متقدمة انتقالية للأسماك كاملة التعظم ، واندثرت بعد ذلك الاسماك البراقة البائدة بسرعة حيث اختفت تماما قبل نهاية الحقبة الوسطى .

وما زالت هذه المجموعة من شعاعية الزعانف البدائية موجودة في صورة ثلاثة أنواع وشاذة ، اثنان منها هما : الاسترجونات ، والاسماك الجذافية ؛ وكلاهما موجود في امريكا الشمالية (واقرب الى الانقراض (شكل ٣٠) . وقد افترقت هذه الاسماك النطاء اللامع للقشور الذي كان موجودا في اسلافها



(شكل ٣٠)

اسماك غضروفية . أ - السمكة الجذافية او (القط ملعق النصار) من
المسيسيني ، ب - استرجون (عن جود)

وربما تبقى القرشور موجودة على الدليل غير ان السمكة الجذافية بصفة خاصة عارية الجلد ، وللاسترجون درع جزئية من صفوف من صفائح عظمية لمساء . اما الهيكل الداخلى ، الذى كان عالى التعظم فى اسلافها ، فقد اصبح منقرضا تقريبا كما فى القرش حيث انه اساسا غضروفى ، فى حين يتبقى قليل من العظم . كذلك اصبحت طريقة اغتذائها منقرضة . وفى كل من الاسترجونات والاسماك الجذافية تكون الفكوك ضعيفة ، وفى مقدمة الفكوك يوجد بوز حساس يبحث امامها عن الغذاء ، وتعتبر الاسترجونات والاسماك الجذافية من اسماك القاع الرمامة او المصفائية التنذية . ولا يوجد بها اى دليل من العلامات المميزة للأسماك البراقة البائدة سوى الزعنفة الدليية الباقية شبيهة بالزعنفة الدليية للقرش .

اما النوع الثالث من الاسماك المتفطرة الموجودة فهو البوليبترس (شكل ٢٩ ، ب) او البشر فى وسط افريقيا ، الذى يمشى تقريبا فى نفس الظروف البيئية التى تمشى فيها الاسماك الرئوية لهذه القارة . وقد تحولت الزعانف فى البوليبترس من النوع الوجودى اسلافه ، كما ان زعنفته الدليية اصبحت متعائلة ، وانشطرت زعنفته الظهرية الى مجموعة من التراكيب الصغرى شراعية الشكل (التى ترجع اليها تسميته العلمية) ولزعانفه الزوجية بخلاف اية سمكة شعاعية الزعانف حقيقية ، فص لحمى . وينفرد البوليبترس من بين شعاعية الزعانف باحتوائه على رئات نموذجية ، بينما تحتوى شعاعيات الزعانف الاخرى بدلا منها على تركيب يسمى المثانة الهوائية التى ليس لها اية وظيفة تنفسية على الاطلاق ، ولكنها بدلا من ذلك عضو هيدروستاتيكي .

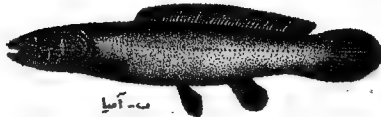
وبسبب وجود الرئتين والزعانف الزوجية للحمية فقد اعتبر البوليبترس لفترة طويلة من فصيلة الزعانف . الا ان الدراسة المستفيضة انهمت على سحجة ذلك . ومن المحتمل ان الرئتين كانتا موجودتين فى كل الأسماك العظمية البدائية ، ويبدو ان معيشة البوليبترس فى ظروف الجفاف الغريبة يرجع (كما فى الاسماك الرئوية) الى الاحتفاظ بها . وبالرغم من ان الزعانف لحمية فانها تختلف اختلافا ملحوظا فى نظامها عنها فى فصيلة الزعانف . ويتفق تشريح الحيوان بصفة عامة مع تشريح الاسماك شعاعية الزعانف من ناحية الزعانف ، كما ان القرشور من النوع المنطى بطبقة براقة ، على النقيض

تماما من لحمية الزعانف . وبالتأكيد فإن البوليتريس يعتبر انحدارا متحورا نوعا ما من الاسماك البراقة البائدة .

الاسماك كاملة التعظم: تتبع الاسماك كاملة التعظم الاسماك المتفطرة كاسماك سائدة في اواسط الحقبة الوسطى من الحياة . وقد اصبح الذيل القديم ، المتجه الى أعلى والذي يشبه ذيل القروش ، قصيرا ، كما اتجهت الفكوك الى أن تكون لها فتحة أقصر ، واتجهت القشور في حالات كثيرة الى أن تفقد قطاعها البراق . وكان هناك اتجاه آخر في هذا الوقت هو أن الاسماك شعاعية الزعانف كانت تنزو الى البحار ، وكان المركز الرئيسي لتطور شعاعية الزعانف ابتداء من العصر الجيوراسي هو المحيط . غير أن أسماك المحيطات الكاملة التعظم مندثرة (فقد أصبحت المجموعة لادرة الوجود في العصر الكريشاسي) ولا يوجد منها سوى النين هما نماذج من المياه العذبة في أمريكا الشمالية . واسماك أبو منقار أو لبيدوسيتس (شكل ٣١ ، أ) هي أسماك سريعة السباحة تمثل أسلاف الاسماك كاملة التعظم في كثير من الوجوه الا أنها تخصص في استغلال فوكها ، وهي صفة مرتبطة بعاداتها المفترسة . وهناك نوع أكثر تقدما هو أميا (شكل ٣١ ، ب) ، وهي سمكة في بحيرات وأنهار



أ - لبيدوسيتس



ب - أميا

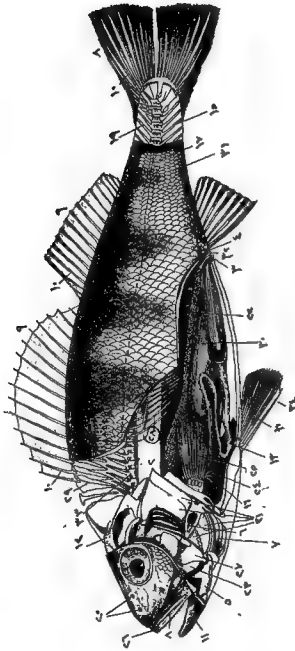
(شكل ٣١)

اسماك كاملة العظم . أ - أبو منقار ، ب - السمكة قوسية الزعانف . وكلاهما يعيش في المياه العذبة في أمريكا الشمالية وهي الوحيدة الموجودة من المرحلة السابقة على الاسماك العظمية (عن جود) .

المناطق الغربية الوسطى والجنوبية وتعرف شعبيا باسم « كلب السمك » ، أو « سمك الطين » ، أو قوسية الزعانف . وفي هذه الأسماك كاملة التعظم نجد أن الهيكل الداخلى غير متداع اطلاقا ولكن في آميا نجد أن القشور قد افقدت غطاءها البراق ، وأن الذيل يشبه كثيرا ذيل الأسماك العظمية .

الأسماك العظمية : تكون الأسماك العظمية كما يدل الاسم المجموعة الطرفية للأسماك شعاعية الزعانف وهى الأسماك السائدة في العالم في وقتنا الحاضر . ويبدو أنها نشأت من الأسماك كاملة التعظم في محيطات الحقبة الوسطى وحلت محل المجموعة القديمة بنهاية العصر الكريتناسى كأكثر أنواع الأسماك ازدهارا . وقد اختزل الدليل - الذى يشبه ذيل القرش أصلا - في الأسماك العظمية وأصبح للزعنفة الذيلية مظهر سطحي متماثل . والزعانف الزوجية صغيرة ، فالزعانف الصدرية توجد عادة في أعلى جانبي الجسم وقد تستخدم كغرائل فعالة . والزعانف الحوضية في أغلب الأحيان موجودة في الأمام . وقد افقدت القشور كل أثر للغطاء البراق الأصلي وأصبحت بوجه عام تراكيب عظمية رقيقة مرنة .

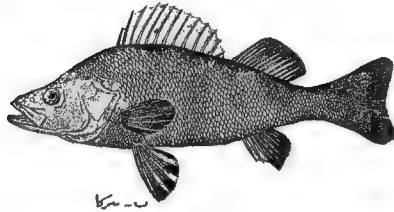
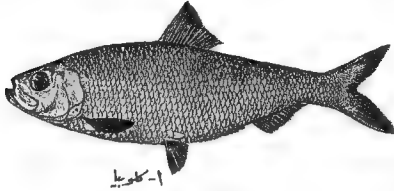
وفي المحيطات حيث نشأت هذه الأسماك العظمية نجد أنها تكون (وغم وجود أسماك القرش والقوابع) الغالبية العظمى للأسماك المستوطنة . وقد غزت هذه الأسماك كل بيئة بحرية ممكنة من محاذاة الشاطئ الى الأعماق السحيقة ، كما أنها عادت الى غزو المياه العذبة كذلك حيث تكون تقريبا كل التعداد السمكى . والأسماك العظمية هى بلا جدال أكثر الفقاريات تعدادا . ويقدر عددها بحوالى ٢٠.٠٠٠ بليون من الأنواع ، ويبلغ عدد أفراد النوع الواحد ، في الرنجة مثلا ، حوالى بليون ، ويعزى نجاح الأسماك العظمية جزئيا الى تركيب بدنى فعال ، ولو أنه على الأقل جزئيا يعزى الى الخصوبة غير العادية . وتضع الأسماك العظمية الموجودة من المجموعات الأخرى أعدادا متوسطة من البيض ، وفي الأسماك العظمية لهذه المجموعة نجد أن الرنجة مثلا قد تضع ٣.٠٠٠ بيضة في الموسم الواحد كما يقدر ما تنتجه أنثى سمكة البكالا بحوالى تسعة ملايين بيضة ، وفي الاحصائية الفردية يكفى نمو سمكتين الى الطور اليافع لحفظ أعداد النوع . ونظرا لوفرة هذه الأسماك العظمية فهى تمثل مصدرا رئيسيا لغذاء الإنسان ، حيث توفر لنا المواد العضوية الموجودة في المحيط في صورة غذائية سهلة ، وهى مواد تكثر بصفة خاصة على الشواطئ الضحلة نسبيا والصخور القريبة من سطح الماء حيث تتركز الثروات السمكية الرئيسية .



(شكل ٣٢)

تشرح تخطيط السمكة العظمية (بيركا) ١٠ = الزعنفة الشرجية ، ٢ = المثانة الهوائية ، ٣ = الشرج ، ٤ = ثقب
 بطني ، ٥ = العظم الفصلي ، ٦ = الانتفاخ الشرياني (المخروط الشرياني) ، ٧ = أشعة غطاء الخياشيم ، ٨ =

ويبدو أن الرنجة والنماذج المشابهة (شكل ٣٣ ، ١) تمثل مجموعة بدائية من الأسماك العظمية من أكارها السلون والتروات (السلون المرقط)



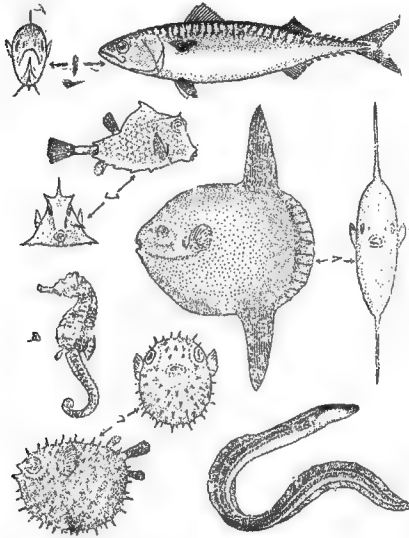
(شكل ٣٣)

أسماك عظمية . أ - نوع بدائي ، الرنجة ، ب - سمكة عظمية شوكية متقدمة : البيركا الصفراء .
(من جود)

تابع كلام الشكل ٣٢ :

الزعنفة الذيلية ، ٩ = الزعانف الظهرية ، ١٠ = الأشعة الجلدية للزعانف ،
١١ = العظم السنّي ، ١٢ = العرف الظهرى للجمجمة ، ١٣ = الأمعاء ،
١٤ = الأقواس الخيشومية ، ١٥ = الأشواك الدموية (ممتدة تحت الذيل
في الزعنفة الذيلية) ١٦ = الكبد ، ١٧ = الخط الجانبي ، ١٧ = الفكى ،
١٨ = الأشواك العصبية ، ١٩ = الفتحات الأنفية ، ٢٠ = عظام غطاء
الخيائشم : ٢١ = المبيض ، ٢٢ = الجناحى ، ٢٣ = الزوائد الأوربية ،
٢٤ = الزعنفة الصدرية ، ٢٥ = الفكى الأمامى ، ٢٦ = المربعى ، ٢٧ =
ضلوع : ٢٨ = الدعائم القاعدية للزعانف ، ٢٩ = المعدة ، ٣٠ = ثشور ،
٣١ = الفتحة البولية التناسلية ، ٣٢ = أجسام الفقرات ، ٣٣ = الزعنفة
الحوضية (البطنية) .

أما الشبوت (البروك) والصلور فهي تميز قسما كبيرا من أسماك المياه العذبة العظمية . أما الأسماك العظمية الأكثر تقدما ، وكلها تقريبا بحرية .



شكل ٣٤ - عدد من الأسماك العظمية لتبين النماذج المختلفة لهذه المجموعة الحديثة من الأسماك . أ - سمكة الإسكمرى (سكومير) وهي سمكة أنشائية سريعة السباحة ، ب - السمكة الجزعية (أوستراكيون) ذات الجسم الثابت والزعانف فقط هي المتحركة ، ج - سمكة الشمس البحرية (مولا) وهي سمكة ترنيفة جدا عميقة الجسم للامعة المياه الهائلة، د - السمكة الكروية (كيلوميسترس) ذات الشكل الكروي تقريبا ، هـ - فرس البحر (هيبوكامبس) ، و - ثعبان السمك الشائع (أنجيللا) . من نورمان - تاريخ الأسماك .

على النماذج الشوكية الزعانف ومن أمثلتها النموذجية البركا (شكل ٣٢ ، ٣٣ ، ب) التي يوجد فيها اجزاء ، على الأقل ، من الزعانف مدعمة بأشواك غليظة قوية بدلا من الأشعة اللينة .

والاسماك العظمية هي أكثر الفقاريات تقلبا ، فقد نشأت تشكيلة كبيرة من أشكال الجسم بين الأقسام الدنيا والعليا للأسماك العظمية ، يبين شكل ٣٤ بعضا منها . كما تختلف عاداتها كذلك ، ففي التغذية تتراوح بين أكلة جزئيات نباتية مجهرية ، ومفترسة تهاجم الأسماك الأخرى . وبالرغم من أنها لم تتمكن من غزو البر والهواء فان بعض الاسماك العظمية مثل البركا المتسلقة يمكنها ان تتسلق الى البر على اشواك زعنفية غليظة ، كما يمكن « للأسماك الطائرة » ان تنزلق فوق سطح الماء .

وفي اية دراسة مقارنة لتشريح الفقاريات او فسلجتها تتضمن الاسماك العظمية ، فانه لا بد من استعادة تاريخها البيئي في الدهن . وما دامت الفقاريات البرية تنحدر من اسماك المياه العذبة فاننا نميل دائما الى الانراض بأن التراكيب والوظائف الموجودة في الاسماك العظمية للمياه العذبة قد تمثل ما كان موجودا في اسلاف رباعيات القدم . ولكننا يجب ان نتذكر ان اسماكنا الشائعة تنتمي الى فرع مختلف من شجرة العائلة السمكية عن الفرع الذي تطورت عنه الحيوانات البرية . وبالإضافة الى ذلك يجب أن يكون في ذهننا ان اسماك المياه العذبة العظمية الحديثة لم تكن باية حال مقبلة باستمرار في هذه البيئة منذ الايام المبكرة من تاريخ الاسماك ، وأنه لا بد ان كانت هناك فترة بحرية طويلة تخللت بين ذلك الوقت ووقتنا الحاضر .

البرمائيات

ربما كان من أكبر المخاطر التي قامت بها الفقاريات في انشاء تاريخها الطويل هو تكوين رباعيات القدم لغزو البر ، وهي خطوة اقتضت تغييرات رئيسية في الوظيفة ونتجت عنها تحورات تركيبية عميقة . ويعتبر التحول من السباحة الى المشي على اربع اقدام ، ومن التنفس بالخياشيم الى سيادة الرئتين من أكثر التحورات الضرورية وضوحا في هذه الخطوة . الا ان التحليل اظهر ان التغيرات الوظيفية والتركيبية كانت ضرورية في كل عضو او جهاز عضوى من الجسم تقريبا .

وطائفة البرمائيات هي المجموعة الأساسية للفقاريات البرية . ويوجد عنها ثلاث رتب (شكل ٣٦) هي الضفادع والعلاجيم (اللاذليات) ، سمندر الماء والسمندر (الدليليات) وبعض المجترحات شبيهة الدبدان (اللاقدميات) وأكثرها شيوعا هي اللاذليات وهي معروفة لنا في المناطق المعتدلة وتمثل بمجموعة كبيرة في المناطق الاستوائية . وتنضج طبيعتها المتخصصة في عادة القفز المسنولة عن تحورات كثيرة في تركيبها وخاصة في الجهاز الهيكلي . والسمندر رغم أنه قليل العدد فإنه ليس غير شائع في المناطق الرطبة المعتدلة . وفي شكله الخارجى يشبه السمندر البرمائيات الأسلاف التى نشأت أولا من أسلاف سمكية . ويوجد جسم مستطيل غليظ البناء له عضلات جلدية قوية وذبل حسن التكوين يساعد في السباحة . وقد اختفت الزعانف الفردية للأسماك ، في حين كونت الزعانف الزوجية أطرافا برية نموذجية مميزة لرباعيات القدم . أما اللاقدميات فلن تكون معروفة لكثير من القراء في هذا المجال حيث أنها تضم فقط أجناسا قليلة من المجترحات الصغيرة المصماء للاستوائية التى لا تشبه ديدان الأرض .



٣٥- أوفياكودون

شكل ٣٥ - ١ - ديبيلوفيريتبرون ، وهو برمائي من الحقبة القديمة (لابرنشودونت) . ب - أوفياكودون ، وهو زاحفت من العصر البرمي المبكر، يمثل الأفراد البدائية لهذه الطائفة بالرغم من أنه يظهر ما يشير الى ارتباط بأسلاف ندية . (عن جريجورى) .

نجد أن الهيكل منقرض مع افتقاد كبير في عظم الجمجمة ، في السمندر بصفة خاصة ، اتجاه الى استبقاء الضاريف الجنينية ، وبحد العود الفقاري فيها جميعا عن مثيله الذي كان موجودا في الأسلاف الحقيقية من النماذج البرية كما يبين القصر الشديد للجدع واختزال الذيل في الضفادع درجة عالية من التخصص . كما تبدو الأطراف في سمندر الماء غير مختلفة كثيرا إلا أن أطراف الضفادع بالتأكيد عالية التحور ، كما أن اللاقديميات قد اختفت منها الأطراف نهائيا . وإذا انتقلنا الى تشريح الأجزاء الداخلية فإننا لانستطيع الجزم ، إلا أن هناك دلائل على أن هنا أيضا كثيرا من الصفات الشاذقة هذه الرتب الحديثة . وتحدد الضفدعة الى حد كبير ، في صفات كثيرة ، من الناحية التركيبية عن أقدم الفقاريات البرية كما يعتمد الإنسان ، وحتى السمندر يجب النظر اليه بشئ من الريبة .

ولكى نصل الى الأسلاف الحقيقية للحيوانات البرية كلها يجب أن تنتقل الى سجل الحفريات الخاص بأواخر الحقبة القديمة حيث عاشت برمائيات عديدة ومختلفة ذات طبيعة بدائية ، في العصر الكربوني وأوائل العصر البرمي . وكانت هناك مجموعتان رئيسيتان مميزتان في ذلك الوقت .

احتوت أحدهما مجموعة من الحيوانات الصغيرة تسمى ليوسبونديلا والتي من صفاتها المميزة هو شكل البكرة الذي تتميز به الأجزاء الجسمية لعقل العود الفقاري . ويبدو من المعقول أن الليوسبونديلا القديمة ، بالرغم من قدمها ، كانت فرعاً جانبياً ، إذا كانت تعتبر فرعاً مبكراً ، من الجدع الأساسي للحيوانات البرية . ويجب البحث عن الأساس الحقيقي بين مجموعة أخرى مبكرة من البرمائيات هي اللابرينثودونتا (شكل ٣٥ ، ١) . وكانت هذه الحيوانات ذات الأحجام المختلفة ، بوجه عام ، أكبر نسبياً من الليوسبونديلا المعاصرة ، وقد وصل بعضها الى مقاييس التماسيح . وكان بناؤها الفقاري صفة مميزة ؛ إذا كان واحد مما يعتقد أن البناء الفقاري للزواحف والفقاريات العليا قد اشتق منها (راجع شكل ١٠٤ ، ١٠٥) . وباستثناء غياب الزعانف الفردية ووجود أرجل قصيرة ، ولكن متينة ، تكونت من الزعانف الزوجية ، فإن كثيراً من صفات اللابرينثودونتا المبكرة يمكن مقارنتها

بصفات فصية الزعانف التي انحدرت منها . وقد كانت هي الفقاريات الأولى التي خطت على اليابسة .

وفي اواخر الحقبة القديمة وبداية الحقبة الوسطى كانت اللابريثودونتيا كثيرة ومتنوعة . وقد انحدر منها في مرحلة مبكرة ، بالتخمين ، جذع الليبوسبونديلا الذي انحدر منه السمندر واللاقدمات . وقد اعتبرت الضفادع عامة فرعا مستقلا بذاته من اللابريثودونتيا غير انه من المحتمل انها تنسب الى الليبوسبونديلا ، الامر الذي يحتاج الى اثبات اكثر .

وقبل نهاية الحقبة القديمة نشأت الزواحف من اللابريثودونتيا، ويظهر هذه الطائفة الأكثر تقدما تضادلت أهمية البرمائيات سريعا . واختفت اللابريثودونتيا مع نهاية العصر الترياسي ، وتلعب البرمائيات الموجودة ، دورا بسيطا في حياة الفقاريات الحديثة .

ويميل الانسان احيانا الى التفكير في تكوين الفقاريات البرية المبكرة كنتيجة لبعض الدوافع الى الحياة على الأرض بين اسلافها من الاسماك غير ان هذا ، من الطبيعي انه غير معقول ، فتطور البرمائيات المبكرة التي تستطيع السير على اليابسة يبدو انه حدث جوهري عظيم . ويبدو ان البرمائيات قد نشأت من اسلاف فصية الزعانف قرب نهاية العصر الديفوني، وهو عصر يبدو ان مواسم الجفاف فيه كانت شائعة في معظم مناطق الأرض. والرئتان اللتان كانتا موجودتين أصلا في الأسلاف السمكية تعتبر تكييفا بيئيا مدهشا يمكن استخدامه تحت ظروف المياه الراكدة . ولكن عند جفاف مجرى أو بركة جفافا تاما فان أية سمكة نموذجية تسكن كلية وتموت . فضلا من ذلك فان زيادة تكوين الزعانف اللحمية الموجودة أصلا في فصية الزعانف سيعطى صاحبها سعيد الحظ فرصة الزحف مع عكس تيار المجرى (ولو ان هذا يحدث في البداية بشقة ومجهود كبيرين) ويمكنه من الوصول الى منطقة مائية يعيش فيها حيث يمكنه مواصلة حياته السمكية .

وقد تكون الأرجل ، وهي الصفة المميزة لرباعيات القدم ، كنقطة بداية، تقديما آخر نحو الحياة في الماء . ولقد كان أي برمائي مبكر أكثر قليلا من أنه

سمكة رباعية القدم وكانت الحياة على اليابسة أبعد شيء عن تفكيره (إذا كان قد فكر في ذلك) . والمحتمل أنه بعد فترة طويلة من الزمن فقط أن بدأت الحيوانات التي انحدرت منه تستطلع امكانيات المعيشة على اليابسة التي فتحت أمامها من خلال قدرتها على التحرك . وحتى في وقتنا الحاضر فإن المتبقى من الحيوانات التي انحدرت منها ، كبرمائيات ، لم يمزل كلية ابدا على حساب هذه القوى الكامنة .

وبل لفظ برمائيات على الطريقة المزدوجة للحياة التي تعيشها معظم افراد هذه الطائفة . وتقضى بعض العلاجم كثيرا من حياتها على أرض جافة، غير أن غالبية البرمائيات لا تخاطر بأبعد من ضفتى المجرى ، كما أن بعض النماذج الحديثة ما زالت تعتمد جوهريا في حياتها على الماء كما كانت أسلافها . وما زالت الطريقة النموذجية لتكوين البرمائيات كما في الضفادع والعلاجم المعروفة في المناطق المتدلة الشمالية هي نفسها طريقة التكوين في الأسماك الأسلاف . فيوضع البيض في الماء حيث ينمو فيه الى أبى ذنبية يعيش في الماء ويتنفس بالخياشيم . ولا تحل الرئتان محل الخياشيم الا قرب اكتمال الطور اليافع ، كما يتم في نفس الوقت تكوين الأطراف حيث يتمكن الحيوان من الحياة على اليابسة . ويرتبط الحيوان البرمائي بالماء خلال فترة تكوينه، كما تتطلب الضرورة عودته الى نفس المكان بصفة دورية للتكاثر . وعلى الرغم من أن كثيرا من البرمائيات الحديثة قد اكتسبت بعض التكيفات البيئية لتجنب هذا التعقيد ، فإن أحدا منها لم يستطع أن يعيش معيشة برية كاملة . وفي الحقيقة فإن السمندر قد تخلى عن المحاولة ، ولم يظهر «جرو الطين» الأمريكى ابدا على اليابسة في أى مرحلة حيث يستبقى الخياشيم الخارجية والتنفس في الماء وتتكاثر بطريقة غير كاملة في اطواره اليرقية .

الزواحف

لقد انحدرت الزواحف من البرمائيات القديمة التي حلت بكل ارتياح هذه المشكلة التكاثرية ، واصبحت أولى القواريات التي تحيا حياتها كاملة على اليابسة . ان ابتكار بيضة الرهليات (وما يرتبط بها من عمليات التكوين أنظر الفصل الخامس) هو أكبر صفة مميزة للزواحف عن البرمائيات .

وتوضع بيضة الزواحف على الأرض ، وبذلك يمكن تجنب ضرورة أي تكيف بيئي للمعيشة في الماء في الأطوار الجنينية أو الياقة . ويعتبر هذا النوع من البيض النوع المألوف الذي تحتفظ به الطيور المنحدرة من الزواحف . وتقوم القشرة بالحماية ، كما أن وجود كمية كبيرة من المح يمثل وفرة من المواد الغذائية تساعد الجنين الصغير (على عكس أبو ذنبية) على الفقس في حجم جيد معتدل وفي صورة طبق الأصل ومصفرة للطور اليافع مما يجنب ضرورة تجوال الأجنة الصغيرة بحثا عن غذائها . ومن الأغشية الجنينية المتكونة داخل قشرة البيضة ، غشاء يلف كلا من الجنين والمح ، ويكون الآخر عضوا تنفسيا يشبه الرئة ويقوم بامتصاص الأكسجين الذي يخترق القشرة المسامية ، في حين يحيط الثالث (الرهل الذي اشتق منه اسم نوع البيضة) بالجنين المتكون في مساحة ممثلة بسائل ، كضرورة طبق الأصل لبرك الأسلاف . ولقد كان تكوين هذا النوع الجديد من البيض هاما بالنسبة للتطور الأخير للفقاريات البرية للدرجة أن الزواحف ، كما ذكرنا من قبل ، تجمع مع الطيور والثدييات التي أتخذت منها تحت اسم الرهليات .

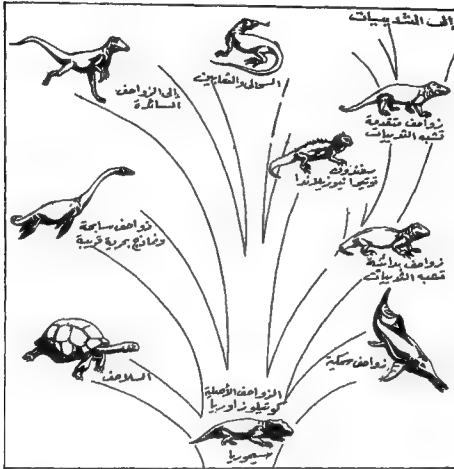
ومن المحتمل أن أقدم الزواحف كانت ما تزال برمائية في عاداتها ، وأن بيضة الرهليات ليست إلا مجرد تكيف بيئي متمش مع (غير أنه أفضل من) التكيفات البيئية الأخرى التي تشاهد في البرمائيات الحديثة ، وهو تطوير أبعد البيض عن أخطار الجفاف وعن الأعداء الموجودة في مياه الأسلاف . ومرة أخرى نجد هنا تقدما كبيرا في تطور الفقاريات حققته المضادات السعيدة .

وتوجد الزواحف الحديثة ، التي تتكون أساسا من العظماوات « السحالي » والنعابين والسلاحف بوفرة معتدلة في المناطق الاستوائية إلا أنها ليست ذات أهمية في المناطق المعتدلة ، وغير موجودة على الإطلاق في المناطق الباردة حيث أن البقاء بالنسبة لهذه المخلوقات « ذات الدم البارد » صعب . غير أن النماذج الحديثة ليست سوى بقايا متفرقة للسريل العظيم من الزواحف الذي بدأ في أواخر الحقبة القديمة وتشجع إلى تشكيلة مدهشة من النماذج التي سادت الأرض لفترة طويلة وصبغت في أن يطلق على الحقبة الوسطى اسم شائع هو عصر الزواحف (شكل ٣٧) . ولقد كان الجذع الأساسي الذي تفرعت منه ، أو « الكرتيلوزاوريا » التي انفصلت عن وقتها

بعيد ، او الزواحف الأصلية - بصرف النظر عن التقدم في ناحية التكاث - لا يزال مبتدلا وثقيلًا ، حيث كانت الأطراف ممتدة على جانبي الجسم ، ولم تكن هذه الزواحف أكثر تقدما عن أسلافها ولبناء عمومتهما من البرمائيات . غير أنه ما من شك أنه يسبب كسر السلاسل التي تربطها بالماء ، فقد تكونت منها في الوقت الحاضر المجموعات التي أصبحت مشهورة في الحقبة الوسطى .

ومن أحد الفروع الجانبية المبكرة للزواحف الأصلية أو رتبة السلحفيات ، وهي في مشيتها المسطحة تعيد ذكرى أجدادها من الحقبة القديمة ، غير أن السلاحف قد تقدمت تقدما واضحا في تكوين صدفة وقائية من العظم مغطاة بمادة قرنية لحماية الظهر والبطن ، ومنذ احاطتها بهذه الدرع ظلت السلحفيات محافظة على ما هي عليه ، ومنذ العصر الترياسي لم تتقدم سوى القليل في معظم الوجوه . والتقدم الوحيد الأخير الذي يمكن أن يذكر والذي طرأ على الرتبة كلها هو اكتساب القدرة التي لم تكن موجودة من قبل ، على سحب الرأس الى الخلف داخل الصدفة . ويحدث ذلك في جميع الأنواع المألوفة بسحبة مستقيمة الى الوراء مع حتى الرقبة في منحني على شكل حرف S ، كما أن بعض النماذج الاستوائية القديمة يمكنها ثني الرأس على الجانبين في محاذاة الكتف . وكما هي الحال في غالبية الزواحف القديمة نجد أن معظم السلاحف الحديثة برمائية تفشى البرك والأهوار ، غير أن البعض قد عاد الى الحياة المائية الخالصة ، كما تكونت بعض النماذج البحرية التي لها أطراف مجدافية الشكل لدفعها الى الامام . وفي الطرف الآخر أصبحت مجموعة السلاحف البرية تعيش معيشة كاملة على اليابسة .

وبرغم قدرتها المكتسبة الجديدة على غزو البر فان عددا من مجموعات زواحف الحقبة الوسطى تحولت (مثل السلاحف البحرية) الى معيشة بحرية . وهناك نوعان مشهوران من الحقبة الوسطى من هذا القبيل (الندثرات حاليا) هما : الزواحف السابحة ، والزواحف السمكية . ولقد كانت الزواحف السابحة (رتبة الزاودوبترجيا أو رتبة الزواحف المجنحة) وتقارن عامة بشمبان مربوط في جسم سلخفاة . ولم تكن الزواحف السابحة باية حال مرتبطة بأى من هذه الزواحف ولكن الوصف لم يكن كافيا . ولقد كان لها عنق طويل أو بوز طويل أو كلاهما معا ، وكان الجسم قصيرا وعريضا



شكل ٣٧ - شجرة عائلة بسيطة للزواحف (لا تتضمن الزواحف السائدة)
(عن رومر - قصة الفقاريات ، مطابع جامعة شيكاغو) .

ومفطحا نسبيا . وكان من المستحيل العودة الى طريقة الحركة الشبيهة بالاسماك ، حيث كان الجسم غير مرن والدليل قصيرا ، وبدلا من ذلك فان الاطراف كونت تراكيب قوية تشبه المجاذيف يشق الحيوان بواسطتهما طريقه في البحر .

وحتى الزواحف السمكية كانت اكثر غرابة في تركيبها ، وكان احتملا على الاقل ان الزواحف السباحة يمكنها ان تنهذى ببطء على الشاطئ كما تفعل السلحفاة البحرية أو الفقعة . غير ان الزواحف السمكية أصبحت مكيفة تماما للحياة البحرية مثل (سمك يونس) لخنزير البحر . او الدولفين (التى تشبهها كثيرا) ، كما ان هناك ادلة من الحفريات على أن وضع البيض

على اليابسة قد أهمل ، وإن الأجنة كانت توضع حية . وقد تحول شكل الجسم مرة أخرى الى شكل السمكة حيث قرب العنق ليصبح شكل الجسم مغزليا ، كما قصرت الأطراف الى اجهزة حركة صغيرة ، وأصبحت الحركة بطريقة تشبه الأسماك بتموجات الجسم والذبل ، كما تكونت زعنفة سميكة الشكل على الظهر وأصبح الذبل عضوا قويا للسباحة ويشبه في مظهره ذيل القرش . غير أنه بالنسبة للذبل نجد أن هناك اختلافا ملحوظا ، فبينما تميل نهاية العمود الفقاري الى الفص العلوى للزعنفة الذيلية في القرش نجد أنها في الزواحف السمكية تتجه بشدة الى أسفل في النهاية الخلفية ، وتمتد الزعنفة فوقها (كما نعرف من اللوحات المتنازة من الحفريات) .

وتعطي المنطقة الصدغية للجمجمة صفات مميزة يستفاد منها في تصنيف الزواحف وتتميز كل الزواحف الأصلية التي يجب اضافة ذكرها (باستثناء أسلاف الثدييات) بانحدارها من نماذج لها فتحتان (كوتان) تحدهما أقواس عظمية توجدان في الصدغ والخفود . وهناك مجموعة ثنائية الأقواس (أى ثنائية الحفرة) ظهرت مبكرا في الحقبة الوسطى وبقيت حتى الآن ، رغم أنها لم تشتهر أبدا ، هي رتبة الرينكوسيفاليا التي تمثل الآن بالسفندون . وقد عاش هذا المخلوق الذي يشبه العظاءة « السحلية » في مظهره ، في الأمان والعزلة النسبيين لنيوزيلاندا حيث اتسع انتشاره في وقت ما ، ويوجد الآن في بعض الجزر الصغيرة ، وقد انحدرت رتبة الحرشفيات الأكثر اتجاها والتي تشمل العظاءات « السحالي » والثعابين من نماذج قديمة قريبة من السفندون . ويمكن تمييزها علميا بأن منطقة الخد والصدغ للجمجمة قد اختزلت تاركة قوسا صدغيا واحدا (في العظاءات « السحالي ») أو لا شيء على الإطلاق (في الثعابين) (راجع أشكال ١٦٠ ، ١٦١) . وليست « الزواحف الحرشفية » أكثر ازدهارا فقط ، ولكنها كذلك أحدث رتب الزواحف ، حيث أن العظاءات « السحالي » كانت قليلة حتى أواخر العصر الكريتاسي . كما أن انتشار الأنواع المختلفة من الثعابين لم يبدأ الا في الحقبة الحديثة ، وتنتشر العظاءات « السحالي » بأنواعها الكثيرة انتشارا واسعا في المناطق الاستوائية . وأكثر العظاءات « السحالي » الأمريكية شهرة هي الأجوانا وأقاربها مثل العظاءة « السحلية » المطوقة أو « قندس الجبل الأمريكي » الذي يعيش في الجنوب الغربي « والملجوم القرن » الصغير . وفي العالم القديم كانت أكبر النماذج هي العظاءات « السحالي » المنفرة (الورل) التي يصل أحدها في جزر الهند الشرقية اثنتي عشرة قدما في الطول . وقد نجحت أقارب الورل في أواخر العصر الكريتاسي نجاحا وقتيا كمجموعة من العظاءات البحرية الضخمة تسمى الموزااورات أو الزواحف الموسوية . وتعتبر الحرباء الحقيقية ، من المناطق

«الاستوائية للعالم القديم ، بأقدامها القابضة الغريبة ولسانها القابض المساك
فرعا جانبيا متخصصا من الزواحف الاصلية . وفي كثير من العظاءات
« السحالي » تكونت الأنواع المجتحة بأطراف مختزلة او منعقدة .

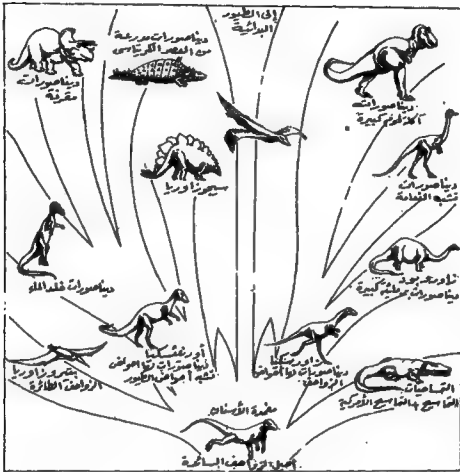
وقد اشتقت الثعابين من العظاءات « السحالي » وهي عالية التحور في
نقطتين رئيسيتين . والأطراف قد اختزلت وانعدمت تماما بصفة عامة في
بعض العظاءات « السحالي » وتمت الحركة فيها بتعرجات التوائية
للجسم والدليل ، وتمنع القشور القرنية البارزة الحركة
الانزلاقية للوراء ، وفي الواقع ان الثعبان يسبح على الأرض الجافة . وأكثر
وضوحا ان اجزاء الجمجمة والجهاز الفكي قد تغيرت تميزا ملحوظا في اتجاه
المرونة ونتيجة لذلك أصبحت تسمح بإبتلاع الفريسة ككل . وهناك بعض
الأنواع البدائية من الثعابين مجتحة ، ومن المحتمل ان تطور الثعابين بدا
بمثل هذه النماذج ، غير انه حتى من بين مثل هذه الأنواع البدائية كالعاصرة
(ثنين البروجية الصخرة وبعض الأحجام الكبيرة) تعيش الغالبية الآن على
السطح . وتنتمي الغالبية العظمى من الثعابين التي عائلتها تمثلها النماذج
الثلاثة وغير الضارة الموجودة في المناطق المعتدلة الشمالية . غير انه حتى
في هذه العائلة تكونت لكثير من الأجناس «الأبوتوائية» عدد سامة ، إلا انها
صغيرة وغير هجومية ، كما ان الأنياب التي تقع في مؤخرة الفم لا تسبب
أضرارا كبيرة للإنسان والحيوانات الأخرى . وهناك ثلاث عائلات أخرى
تتضمن الثعابين السامة الكبيرة ذات الأنياب العالية التكوين والسموم القوية
المتنوعة التي تهاجم الجهاز العصبي أو تسبب تدمير الأنسجة : (١) مجموعة
أساسا من العالم القديم ، تحتوي على الكوبرات وما شابهها ، كما تحتوي
كذلك على الثعابين المرجانية ، (٢) ثعابين البحر السامة الموجودة في المحيطين
الهندي والباسفيكي ، (٣) الحيات بأنسابها الانتصابية ، وتتضمن الأفاعي
وحيات العالم القديم الأخرى ، وحيات الجحيم وأغلبها أنريكي مثل حية
الجرس والحية نحاسية الرأس وموكازين الماء .

ومن أهم مجموعات الزواحف التي لها نفس النوع ثنائى الاقواس
لبناء الجمجمة مثل السفندون هي طويضة الأركوزاوريا الضخمة . أو الزواحف
البائدة (شكل ٣٨) . ولا توجد في وقتنا الحاضر ممثلة الا في التماسيح
والتماسيح الأمريكية الشاذة ، الا ان معظم الزواحف البرية السائدة في
الحقبة الوسطى كانت من الأركوزاوريا وتعتبر الطيور منحدره من هذه
المجموعة .

ويوجد الجذع الاساسى للاركونزاوريا فى العصر الترياسى على شكل زواحف صغيرة مفترسة نحيفة البنيان متضمنة فى رتبة « مفعدة الاسنان » . وتدل الأرجل الظلفية الطويلة والتركيب المتحور للردف الى جانب الصفات الأخرى على أنها بدأت تتكيف نحو المعيشة على رجلين ، ومن هذه البدايات البسيطة ظهرت الديناصورات . وتعتبر هذه بصفة عامة مكونة مجموعة واحدة من الزواحف الضخمة . غير أن هذه الفكرة غير صحيحة ، حيث أنه رغم أن كثيرا من الديناصورات كانت كبيرة فإن بعضها كان صغير الحجم (كان حجم أحدها لا يتجاوز حجم الديك) . وكان هناك جذعان رئيسيان للديناصورات لا يرتبطان ببعضهما ببعض بصفة خاصة ، ارتباطا وثيقا سوى أنهما انحدرتا معا من أسلاف مفعدة الاسنان .

وفى مجموعة تسمى الزاورسكيا أو الديناصورات شبيهة الزواحف : كانت النماذج الأسلاف آكلة لحوم ثنائية الأرجل . وكان يمكن تمييز بعض النماذج الصغيرة البدائية من هذه الحيوانات ذات الرجلين بصعوبة من أسلافها مفعدة الاسنان . ونمت مجموعة أخرى الى أحجام عظيمة . فالثيرانوزاورس يعتبر أغلظ وأثقل آكلات اللحوم وزنا عرفته الأرض . وقد اشتقت الديناصورات البرمائية (زاوروبودا) من ذوات الرجلين المبكرة من هذا القبيل . حيث تحولت الى آكلة أعشاب ، وأصبحت تسير على أربع أرجل بدلا من أن تقف على قدمين ونمت الى أحجام ضخمة مثل برونوزاورس وديبلودوكس . ويبدو أن هذه الزواحف العظيمة قد قضت معظم حياتها فى أهوار أو فى مستنقعات توافرت فيها الأجزاء الخضراء اللينة وبلغت من ثقل وزنها (وقد وصل وزن أحدها حوالى ٥٠ طنا) درجة لا يمكن معها لأطرافها القصيرة المثلثة أن تحملها بكفاية على اليابسة .

وهناك مجموعة أخرى رئيسية هى الأودنيشكيا أو الديناصورات شبيهة الطيور والتي يمكن مقارنة الأحزمة الردفية فيها (وليس الصفات التشريحية الأخرى) بأحزمة الطيور . وكما هى الحال فى أبناء عمها من الديناصورات شبيهة الزواحف ، نجد أن الأفراد البدائية لهذه المجموعة كانت من ذوات الرجلين ، غير أنه على النقيض من هذا الجذع الآخر للديناصورات فإن كل النماذج شبيهة الطيور كانت آكلة عشب . وأكثر ثنائيات الأرجل شيوعا من هذه المجموعة هو خلد الماء الاسترالى (من الزواحف المائية) الذى كان



شكل ٣٨ - شجرة عائلة بسيطة للزواحف السائدة (عن رومر - قصة
الفتاريات - مطابع جامعة شيكاغو) .

موجودا بكثرة في نهاية عصر الزواحف . وكما هي الحال في الزاورسكيا نجد هنا في الأورنيسكيا تحولا الى وضع المشي على أربع . وكانت هناك في الحقيقة ، ثلاثة أنواع واضحة من ذوات الأربع متكونة في هذه الرتبة ، وكانت لها جميعا وسائل دفاعية ضد آكلات اللحوم الضخمة المعاصرة لها . وتمثل هذه الأنواع ببعض نماذج المتاحف المألوفة مثل الـ « ستيجوزاورس » التي يغطي عمودها الفقرى بصفائح وأشواك دفاعية ، والـ « انكيلوزاورس » وهو منخفض ومفلطح ومغطى بدروع كثيرة على الظهر والذيل ، والديناصورات المقربة مثل الترايسيراتوبس الذي له قرون ، ثلاثة عادة ، و « كشكشة » عظمية كبيرة تحمي العنق .

وقد ازدهرت الديناصورات كثيرا في العصر الجيوراسي والكريتاسي ، وحتى في المراحل النهائية للعصر الاخير كانت موجودة في اعداد واتواع كثيرة ثم اختفت نهائيا في فترة قصيرة من الوقت . ولا يعرف تماما سبب هذه النهاية المفاجئة لعصر الزواحف وربما كانت الاحداث الجيولوجية مسئولة مسئولة اساسية عن ذلك . ولقد كان العصر الكريتاسي احد عصور تكوين الجبال الذي بدأت في اثناءه سلاسل كبيرة ممتدة ، مثل الجبال الصخرية الامريكية ، في الظهور من مساحة منبسطة سابقة . واختفت كثير من مساحات الالهوار والمستنقعات المنخفضة التي رعت الديناصورات على « خصوبتها » الخضراء . وكانت الاحوال الجوية متغيرة جذريا ، وظهرت انواع جديدة من النباتات لم تستطع الديناصورات اكله العشب باسنانها غير الفعالة عموما ان تسايها . ومع تضاؤل واختفاء اكلات العشب نتيجة لذلك تبعثها كذلك ابناء عمومتهما من اكلات اللحوم ، والتي عاشت على افتراسها ، في الاندثار .

وما زالت هناك مجموعة اخرى من الاركوزاوريا المندثرة هي رتبة الزواحف الطائرة أو الزواحف المجنحة ، وفيها نجد ان بالاطراف الامامية اصعبا واحدة (الرابعة) عظيمة الاستطالة . ويمتد منها ، بطريقة تشبه ما في الخفاش الى حد ما ، فشاء جناحي كبير . وكان يبدو ان مسك اى جناح من هذا النوع شئ ثقيل ؛ ومن المحتمل ان الطيران كان تحليقا او تحويما اكثر منه رفرفة بالاجنحة ، وبلاضافة الى ذلك فانه بدون اى اصابع وسطى ممتدة في الفشاء الجناحي لتقويته فان الخطورة تكون عظيمة من حدوث اى تمزق . وقد كانت الاطراف الخلفية للزواحف المجنحة ، على النقيض من الاطراف الخلفية للطيور ، تراكيب ضعيفة ، ومن الصعب ان نتخيل كيف كانت هذه المخلوقات تقف عليها ، حيث تقوم بجولة من العدو اقل بكثير مما يقوم به طائر من اى حجم . وغالبا ما كانت تحط بطريقة تشبه الخفاش . غير انه من الصعب ان نتصور اية قفزة آمنة يمكن ان يقوم بها احد هذه الزواحف المجنحة بمتدجناحاه الى ما يقرب من سبع وعشرين قدما (كما يشاهد في احد نماذج العصر الكريتاسي) . وعلى العموم ليس من الصعب ان نفهم لماذا اندثرت الزواحف المجنحة بمجرد تطور نهاذج اكثر قدرة على الطيران هي الطيور .

والكائنات الموجودة الوحيدة في الوقت الحاضر من الأركوزاوريا هي التماسيح الأمريكية (الليجاتور) ، والتماسيح التي تحتوي رتبة التمساحيات . ورغم أن كثيرا من صفاتها التركيبية تشير إلى نشأتها من أسلاف من ذوات الرجلين وانحدارها من مفردة الأسنان ، فإن التمساحيات - مثل كثير من أقاربها الديناصورات - قد عادت إلى طبيعة السير على أربع ، وأصبحت - بالإضافة إلى ذلك - برمائية . وتنتهي التمساحيات بتاريخ جنسها عن أصل شجرة عائلة الزواحف ، ومن الصعب اعتبار صفاتها التشريحية مميزة لجميع الزواحف ، وكما ينبغي أن نتوقع ، فإن لها كثيرا من صفات الطيور التي كانت أسلافها أركوزاوريا من أقارب التماسيح .

الطيور

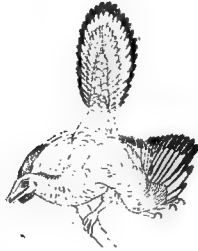
لقد أطلق على الطيور بجدارة اسم « الزواحف المبجلة » أو « الزواحف الممجدة » وقد تعودنا أن ندرسها في طائفة منفصلة هي طائفة الطيور ، إلا أنها في كثير من الوجوه لا تبعد كثيرا عن الجذع العام للزواحف بقدر ما تبعد بعض الزواحف السائدة التي انحدرت منها . وفي هذه المجموعة - كما ذكرنا من قبل - كانت تتضمن سلسلة واحدة من النماذج الطائرة هي الزواحف المجنحة ، وليست الطيور منحدرية من الزواحف المجنحة ، ولكنها نوع آخر من الأركوزاوريا الطائرة يغطي فيه الريش ، الذي يميز الطائفة ، سطحي أجنحة الأطراف الصدرية المتحورة ، بدلا من الفشاء . وفي بعض الثقافات - وبالأخص التكيف للمشي على رجلين - تشبه الطيور أقاربها الديناصورات . غير أن كل صفة تذكر من صفات الطيور هي تكيف للملاحة الطيران . ويرتبط الاحتفاظ بدرجة حرارة عالية وثابتة للجسم والتحسين في الجهاز الدوري ، بالحاجة إلى معدل عالٍ من الأيض لدعم عملية الطيران ، كذلك يرتبط تخفيف وزن الجسم بشتى الوسائل (خاصة بتكوين الأكياس الهوائية والمظلم الجوفاء) بعملية الطيران ، وكذلك بعض التحورات في المخ وأعضاء الحس . ومن الضروري أن الطيور في أثناء تطورها قد اكتشفت منذ زمن بعيد كثيرا من قواعد علم الفازات وضغطها وحركتها مما تعلمه الإنسان نتيجة لبحوث علمية كثيرة وخبرة طويلة صعبة ، وتعتبر « خبرة » في بناء الأجنحة وفي استخدام الرياح والتيارات الهوائية واكتساب المسافة والارتفاع . ويوجه

عام فان الطيور ذات النوع التشيط الخفقات من الطيران تميل الى ان يكون لها اجنحة صغيرة ، بينما الطيور التى تعتمد اساسا على التحليق والتحويل يكون لها اسطح جناحية كبيرة . وقليل ما تكون الطيور القادرة على الطيران (على النقيض من تلك التى تشبه النعامة وتعيش على الارض) كبيرة الحجم ، وللمحافظة على قدرتها على الطيران يجب ان تزداد مساحة الاجنحة بصفة عامة لتتناسب مع الوزن ، ويحتاج الحجم الكبير للجسم الى اجنحة واسعة الامتداد بحيث يصعب مسكها .

وفيما عدا في طيور الحقة الوسطى ، نجد ان الاسنان مفقودة ، ويعول على المنقار لجمع الطعام ، ويلاحظ وجود اختلافات عديدة في تركيب المنقار بامثلة من التطرف مثل منقار البناء وعضو الحفر الفعال في نقار الخشب . وفى الغالب كان طعام الطيور البدائية ذا طبيعة لينة ولم تكن الاسنان ضرورية . غير ان كثيرا من الطيور الحديثة آكلة حبوب . وتحتاج الثدييات لهذا النوع من الطعام ، الى اسنان طاحنة عالية التكوين ، وقد تكون للطيور في مقابل هذه الطواحن ، جهاز للطحن في القانصة العضلية يحتوى على حبيبات رملية او حصى صغيرة الحجم .

ونرى في الطيور طائفة من المقاربات التى يمكن اعتبارها في كثير من الوجوه على مستوى عال من البناء مثل الثدييات ، الا انها (حتى مع التفاضى من الاختلافات في الحركة الهوائية ضد الحركة على الارض) مبنية بطريقة اخرى . ويمكن للتأكد تدريب الطيور الا انها تبدو بوجه عام اقل قدرة نسبيا على التعلم بالخبرة ، من الثدييات . ومن جانب آخر فان لها تصرفات سلوكية غريزية معقدة غير معروفة في الثدييات . والكثير من هذه التصرفات المرتبطة (على سبيل المثال) بالسلوك الاجتماعى والعاطفى وبناء عشها وتربية صغارها ، مألوف لاي انسان مفرم بالطيور . وللطيور دراية ملحوظة بالجغرافيا . وللطيور قدرة كبيرة على العودة الى بيوتها ، وتعتبر مقدرة طائر الرزاق مثللا على الهجرة بنجاح من مناطق التندرا القطبية الى منطقة الكاكو في امريكا الجنوبية غير مصحوبة بطيور اكبر سنا مارة بطريق معقد يبلغ آلاف الاميال ، عملا يقرب من ان يكون خرقا للطبيعة .

وقد اعطينا الظروف السعيدة للحفاظ معلومات عن ثلاثة هياكل لطائر من الاسلاف . هو الاركيوبثيركس من رواسب اواخر العصر الجيوراسي



شكل ٣٩ - استعادة للطائر البدائي « الأركيوبتركس » له أسنان ومخالب في اليد ، وذيل عظمي طويل وصفات أخرى من الزواحف . (عن هيلمان) .

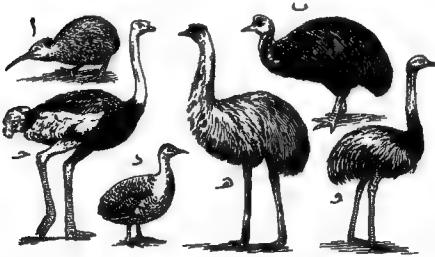
(شكل ٣٩) . ونجد في هذا الطائر أن الأسنان كانت لا تزال موجودة ، وأن الجناح أصابع مخلبية ، كما بقي له ذيل طويل من نوع ذيل الزواحف ، وقد شق الأركيوبتركس تقريباً الاختلافات في التركيب الهيكلي بين الزواحف السائدة والطيور الحديثة للدرجة أن وضعه التصنيفي كاذب يكون أمراً مشكوكاً فيه ، لولا الاحتفاظ بأكثر الريش مطبوعة مع الهياكل .

والطيور نادرة الوجود تقريباً في سجل الحفريات ، ويرجع ذلك أساساً إلى رقة هيكلها . غير أن هناك أدلة تشير إلى تطور نماذج حديثة في تركيبها قبل نهاية العصر الكريتاسي ،

وبالرغم من أن كثيراً من علماء التصنيف يقسمون الطيور إلى مجموعة كبيرة من الرتب فإن معظم الاختلافات التركيبية بين هذه المجموعات صغيرة . إلا أن هناك استثناء جزئياً واحداً لذلك ، حيث كان يعتقد أن هناك تمييزاً بين مجموعتين حديثتين تمثلان مراحل بدائية ومتقدمة في تطور الطيور . وقد أمكن تعريف المجموعتين علمياً بتفاصيل التركيب الحنكي والفكي (التي لا نريد هنا أن نأخذها في اعتبارنا) ، والتي أدت إلى تسمية « الطيور قديمة الفك » و « الطيور حديثة الفك » للتمييز بينهما . ومعظم الطيور

التي يالها القاريء عادة ، وفي الحقيقة غالبية كل الطيور الحية ، تنبع المجموعة الأكثر رقيا . وتنتمي الى المجموعة الأدنى (شكل ٤٠ ، أ ، ح ، هـ ، و) النعامة ونماذج أخرى يطلق عليها بصفة عامة اسم « النعاميات » مثل « الكازواري » و « الإيغو » من استراليا . والريا من براري امريكا الجنوبية وطيور « الموا » المنقرضة والكويى الصغير من نيوزيلاند والطيور الضخمة المنقرضة في مدغشقر .

ولغالبية الطيور حديثة الفك أجنحة متناهية الصغر وليست لها القدرة على الطيران ، وهى حقيقة أدت الى الاعتقاد انها تمثل مرحلة بدائية على تطور الطيور لم تكن قد وصلت فيها الطيور الى القدرة على الطيران . الا ان الدراسة التشريحية تشير الى عدم صحة هذا الاعتقاد ، والمحتمل ان النعاميات سلالات منقرضة انحدرت من انواع سبق لها القدرة على الطيران . (وتدين باسمها الى صفة اختزال عظام الصدر التى تتصل بها عضلات الأجنحة) ويوجد معظمها على جزر تعيش فيها بعض الاعداء البرية او فى قارات (استراليا وامريكا الجنوبية) حيث ، كما يدلنا السجل الحفري ، كان نفس الشيء صحيحا فى الوقت الذى نشأت فيه نعاميات نفس البلد .



شكل ٤٠ . - الطيور الفكية القديمة (متضمنة النعاميات) . أ - الكويى أو الأبتيركس من نيوزيلاند ، ب - الإيغو من استراليا ، ج - التينامو من امريكا الجنوبية ، هـ - الكازواري من استراليا ، و - الريا من امريكا الجنوبية .



شكل ٤١ - رسوم يدوية تخطيطية لأفراد ممثلة للرب الكبيرة من الطيور فوق مستوى النعاميات . يمين معها الاسم النظامي أو الترتيبي واليمين الشائع للطائر الذي يمثلها في كل حالة .

وبصرف النظر عن النعاميات فإن غالبية الطيور ، كما ذكرنا آنفاً ، متشابهة تقريباً في الصفات التشريحية الأساسية مع اختلافات بين الرتب المختلفة ، ليست أقل من تلك المميزة للمجموعات الصغيرة ، التي يطلق عليها عائلات ، في الثدييات . ولدارس العادات والأصوات وتوزيع الريش تقدم الطيور الشيء الكثير ، مع أنها تقدم القليل جداً لمن يهتمون بالتركيب التشريحي والوظيفي ، ولذلك يمكن باختصار أهمل مجموعات الطيور الباقية . وبين شكل ١٦ رسوماً تخطيطية لأمثلة من المجموعات الرئيسية للطيور خلاف النعاميات ، مصورة بترتيب الرتب كما وضعها علماء الطيور . وأغلب الطيور تتبع الرتبة الأخيرة (عصفير الجنة) التي تتضمن الطيور المفردة . وكل هذه الطيور العالية التطور صغيرة الحجم ويمثل الغرباب والغداف (الغرباب الأسود الكبير) أمثلة ضخمة للرتبة . وتوضع بعض رتب الطيور المائية وطيور المحيط عادة في أول السلسلة رغم عدم وجود أقل الأدلة على أنها حقيقة بدائية . وللطريق هنا أهمية خاصة ، وهي طيور تعيش في نصف الكرة الجنوبي ليست لها القدرة على الطيران رغم امتلاكها لأجنحة قوية تحولت إلى زعانف للسباحة . ونجد هنا ، كما هي الحال في النعاميات ، أن عدم القدرة على الطيران يشك في أنه صفة بدائية ، ولكن الأكثر احتمالاً أنها انحدرت من نماذج تعيش في المحيطات تابعة للرتبة السابقة (بروسيلاريفورمس) التي ينتمي إليها ، ليس القنادوس وأقاربه فقط ، ولكن الطيور النطاسة التي تستعمل ، كذلك ، الأجنحة للسباحة . *

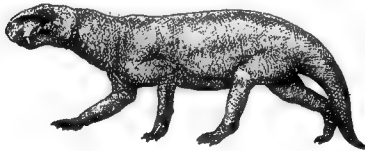
الثدييات

الزواحف شبيهة الثدييات : لقد انحدرت الثدييات من الزواحف ، غير أن السجل الحفري يبين أن فرع الزواحف المؤدى إليها قد افترق عند قاعدة شجرة العائلة الخاصة بهذه الطائفة . وعلاقتها برتب الزواحف الموجودة طفيفة جداً .

وأقدم الزواحف السابقة على الثدييات هي البليكوزاوريا (شكل ٣٥ ، ب ص ٥٥) ، وهي مجموعة ازدهرت في بداية العصر البرمي . وكانت في أغلب صفاتها زواحف بدائية جداً ، غير أن بعض الصفات في تركيب

* بالنسبة لأصحاب الذوق العلمي والأدبي يمكننا أن نذكر أن البطريق الذي كتب عنه أناتول فرانس هو الصقر عند من يتحدثون الإنجليزية .

الجمجمة (مثل وجود فتحة واحدة في المنطقة الصدغية للجمجمة) يشير الى انها تمثل مرحلة اولى في التطور ناحية الثدييات . ويليهما - في اواخر العصر البرمي وبداية العصر الترياسى - مجموعة اليرابسيديا ؛ وهى نماذج متقدمة تشبه الثدييات كانت أكثر حيوانات ذلك الوقت شيوعا (شكل ٤٢) . وكانت اليرابسيديا المميزة آكلة لحوم ، وهى عداوة من ذوات الأربع تتميز (مثل الثدييات التى انحدرت منها) بأن المرفق والركبتين تتحرك للداخل فى اتجاه الجسم مما يساعد على دعم أفضل وسرعة أكبر ، هذا على النقيض من الوضع المنبسط للأطراف فى الحيوانات البرية البدائية . وفى الأفراد المتقدمة للمجموعة من العصر الترياسى تقرب كثير من صفات الجمجمة والفك والاسنان والأطراف الى حد كبير من نظامها فى الثدييات .



شكل ٤٢ - أحد الزواحف شبيهة الثدييات (ليكانوبس) من العصر البرمي المتأخر بجنوب أفريقيا . (عن كولبرت) .

ويعتبر تطور الزواحف شبيهة الثدييات ظاهرة رئيسية فى التطور المبكر للزواحف . غير انه فى العصر الترياسى اصبحت مجموعات أخرى من الزواحف مشهورة ، نذكر منها الديناصورات .

ويبدو أن اليرابسيديا لم تتمكن الى حد كبير ، منافستها بنجاح ، وسرعان ما تضاءلت واختفت نهائيا من المسرح . غير أن بعض اليرابسيديا الصغيرة أمكنها أن تعيش ومنها انحدرت أقدم الثدييات التى يوجد منها بقايا قليلة فى رواسب أواخر الحقبة الوسطى . ونظرا لأنها عاشت عشرات الملايين من السنين معاصرة لمملكة الديناصورات فإن الأسلاف الصغيرة من الحقبة الوسطى للثدييات يبدو انها كانت غير ذات مغزى فى الحياة التى عاصرتها .

ويمكن اعتبار النشاط الادراكى أساسا لتقدم الثدييات . ولا يرتبط مع هذا النشاط الجهاز الحركى الفعال المميز للثدييات فقط ، بل أيضا

يرتبط معه (كما في الطيور) التقدم في الجهاز الدورى ودرجة حرارة الجسم العالية (التى يرتبط بها تكوين الشعر) . ومن ناحية العمل والأقدام والبراعة فان أغبى الثدييات يعتبر خارق الذكاء بمقارنته مع أى من الزواحف . وتعتبر عادة حمل الصغار أحياء هي الصفة المميزة لكل النماذج فيما عدا البدائية جدا ، واستحداث عادة التريبة والحضانة اللازمة لرعاية وتدريب الصغار ، بدمة في الثدييات نتج عنها اعطاء فترة طويلة لتكوين وتنقيح الميكانيكية المصبية الرقيقة وغيرها قبل انطلاق الصغار الى الحياة .

الثدييات وحيدة المسلك : تتضمن الثدييات وحيدة المسلك ، أو الثدييات الأولية ، خلد الماء واكلات النمل الشوكية من منطقة استراليا فقط . وتختلف هذه من الثدييات الأخرى لدرجة انه يعتقد انها لا بد وان تكون قد تفرعت من أسلاف الأفراد الأخرى للطائفة في البداية المبكرة لتاريخ الثدييات - في الواقع ، ومن المحتمل جدا انها ظهرت مستقلة من البشرابسيديا المتقدمة . وللهذه الحيوانات الغريبة كثير من الصفات الثديية المميزة ، الا انها تستبقى صفات بدائية ، حيث انها الوحيدة بين الثدييات التى ما زالت تضع بيضا له قشرة مثل أسلافها الزواحف . وخلد الماء حيوان نصف مائى له غشاء في قدميه ومغطى بفراء ويتردد على الأنهار التى يجد فيها ما يحتاج اليه من مواد غذائية من القواقع والمحار . ويعيش أكل النمل - الذى يحميه من الأعداء غطاء من الشعر الشوكى - على النمل الأبيض ، وتعطيه أقدامه القوية ذات المخالب قدرة ظاهرية على الحفر . ويبنى النوعان أعشاشا في الجحور تربى فيها الصغار بعد فقسها . ويتخصص هذان النوعان في صفات كثيرة لدرجة انه لا يمكن اعتبارهما فيما بينهما أنواعا سلفية . ويعزى وجودهما في استراليا في الغالب الى انزال هذه المنطقة ، ولسوء الحظ أننا لا نكاد نعرف شيئا عن تاريخهما . وأكثر ما نعرفه من معلومات عن علاقات الثدييات المندثرة مبنى على صفات مميزة لنظام الأضراس (سنناقشه في فصل آخر) ، ولسوء الحظ فان الثدييات وحيدة المسلك عديمة الأسنان (في طورها اليافع) ، غير أنها تمتلك بدلا منها مناقير قرنية مفلطحة تشبه سننار البط في أحد الأنواع ، ورفيعة رقيقة في الآخر .

الثدييات الكيسية (الكيسيات) : تدلنا الموجودات النادرة من أواخر العصر الكريتاسى على انه قد تطورت في ذلك الوقت مجموعتان ، أكثر تقدما ، من

لم يصل الى أستراليا أى ثدييات مشيمية في وقت انفصالها ، والليل وصل اليها منذ هذه الفترة . وهناك لم تجد الكيسيات أى منافسة فانتعت وتنوعت لتسد كل ثغرة من الأماكن الملائمة التي شغلتها الثدييات المشيمية في مناطق أخرى . ومن الأسلاف القدامى شبيهة المتفاوت ، نشأت مباشرة النماذج الكيسية آكلة اللحوم مثل « القطط » الأسترالية و«عفريت تسمانيا» و « الدئب » الأسترالي ونماذج كيسية أخرى على نمط أكل النمل والخلد الموجودة في القارات الأخرى . وقد اكتسب فرع آخر من الكيسيات الأسترالية أسمنا إمامية أزميلية الشكل ، كما كون أنواعا يمكن مقارنتها بالتوازي من الثدييات المشيمية . وتوجد أنواع مختلفة تشبه السنجاب الأسترالي ، وحتى السنجاب الكيسي الطائر . ويمكن مقارنة الخفاش بالفران الجابية ومرموطات المناطق الأخرى . والدب الأسترالي أو « الكوالا » من آكلات الأوراق التي تنتمي لهذه المجموعة . وقد فشلت الكيسيات في محاولة الثدييات المشيمية في نقطة واحدة ، هي أنه لم يكن هناك تكوين نماذج لها حوارا يمكن مقارنتها تركيبيا بالخيل والماشية والبقر الوحشي . غير أن الكنفز الذي يشبه الثدييات المشيمية ذات الحواف ، في أنه سريع العدو ويأكل الحشائش ويعيش في السهول المنبسطة ، يوجد في نفس المناطق الطبيعية .

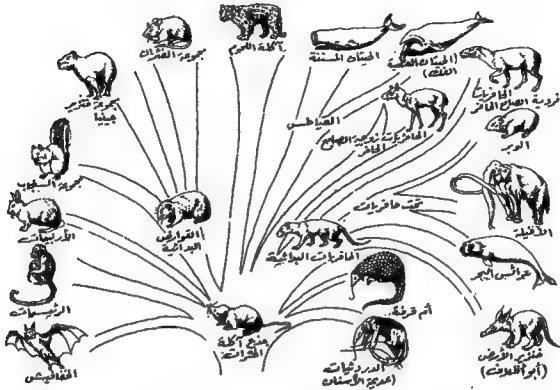
الثدييات المشيمية : تتضمن المجموعة المتقدمة الرئيسية من الثدييات جمهور النماذج الحية التي يطلق عليها حقيقة اسم « الثدييات الحقيقية » ولكنها تسمى عادة الثدييات المشيمية . وترجع التسمية الأخيرة ، إلى حقيقة وجود - على عكس غالبية الكيسيات - اتصال غذائي هو المشيمة ، بين الجنين والام ، ونتيجة لذلك يستطيع الجنين ان ينمو الى مرحلة أكثر تقدما قبل ولادته . وقيل انذار الديناصورات كانت هذه الثدييات العالية التكوين موجودة فعلا ومرعان ما اتسع انتشارها بجمهور من الأنواع واصل الكثير منها مسيرته حتى عصرنا الحديث . وفي بعض المجموعات الأخرى من الفقاريات نجد ان شجرة العائلة في الحقيقة تشبه الشجرة حيث لها جذع رئيسي او على الأقل أطراف كبيرة متفرعة . غير أن شجرة الثدييات المشيمية يمكن مقارنتها بنبابة كبيرة : ومن الصعب تجميع الرتب المختلفة لمجموعات ، وتبدو في الغالب وكأنها تفرعت بصورة مستقلة بعضها عن بعض في العصور

المبكرة . ويمكننا ان نذكر بايجاز بعض المكونات الرئيسية لمجتمع المشيميات (شكل ٤٤) .

ويظهر ان الثدييات المشيمية - او بالاحرى الثدييات المبكرة كلها - كانت حيوانات صغيرة شاردة وكانت آكلات لحوم كامنة ، غير انها كانت مضطرة الى ان تعيش ، بسبب حجمها ، على فرائس صغيرة مثل الحشرات والديدان وربما على بعض المواد النباتية اللينة . ونظرا للتهديد المستمر من الزواحف الكبيرة التى كانت تعاصرها فقد عاشت هذه الحيوانات الصغيرة ، مضطرة ، حياة جبن وخفاء . وقد استمرت هذه المرحلة من عمر الثدييات ملايين كثيرة من السنوات قبل ان تندثر الديناصورات وتنطلق الثدييات . غير ان هذه الفترة لم تضع هباء كلية ، فقد كانت فترة ، كما يبدو ، لتدريب واعداد حدث فى اثنائها تقدم فى التكوين اللهنى وعمليات التكاثف . ونتيجة لذلك فقد نشأت فى نهاية عصر الزواحف نماذج ليست فقط على مستوى الكيسيات ، ولكن ثدييات مشيمية على استعداد لتشمل سطح الكرة الأرضية .

وفى بداية الحقبة الحديثة كونت تشعبات كبيرة من الثدييات ربما مختلفة بصورة سريعة . غير ان بعض النماذج القليلة بقيت لا تحيد كثيرا فى تركيبها وعاداتها عن اسلافها الصغيرة آكلة الحشرات ، وتكون هذه النماذج رتبة آكلة الحشرات . وتشبه جماعات الذباب الصغيرة ، فى عاداتها على الأقل ، اسلافها السحيفة ، وفى كثير من المناطق تكثر جماعات الزباب فى الغابات والمروج الا انها خجولة بطبيعتها للدرجة انها لا ترى ايدا . ومن آكلة الحشرات المألوفة الاخرى القنفذ الشوكى الاوروبى والخلد (الطوبين) التى تستطيع باطرافها الحفارة القوية ان تتعقب الديدان تحت الارض .

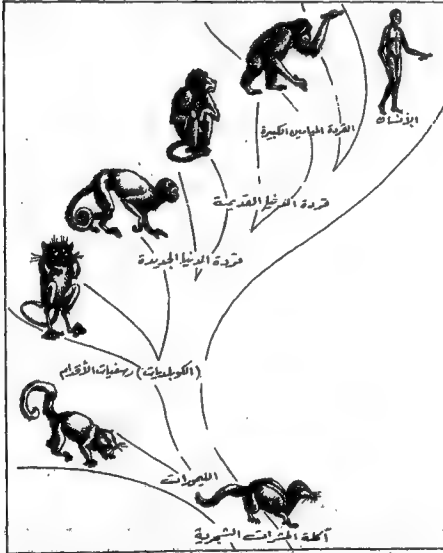
وقد تكونت من الاسلاف آكلة الحشرات ، مجموعة من الثدييات التى تمكنت من الطيران الحقيقى هى الخفافيش التى تكون رتبة الخفافشيات . ويختلف الجناح فى الخفافش عن مثيله فى الزواحف الطائرة والطيور فى ان غشائه مقوى بأربع اصابع من الخمس . وقد بقيت معظم الخفافيش آكلة حشرات فى طبيعتها ، الا ان مجموعة واحدة كبيرة منها تكثر فى المناطق الاستوائية تحتوى على آكلات فاكهة كبيرة نسبيا .



شكل ٤٤ - شجرة عائلة تخطيطية لرتب الثدييات الأصلية (الرئيسية) .
وتعطي الرسوم التخطيطية المنفصلة (في الأشكال ٤٥ - ٤٨) التطور
بالتفصيل في الرئيسيات ، وآكلة اللحوم والحافريات وزوجية
الاصابع .

الرئيسيات : تعتبر هذه الرتبة ، التي تنتمي أنفسنا إليها ، فرعا مبكرا من
أكلات الحشرات ، وفي الواقع أن الارتباط بينهما وثيق ، لدرجة أن من
الصعب تحديد أي منهن تنتمي بعض الحفريات والنماذج الحية . ومن
المعتقد أن الثدييات البدائية كانت إلى حد ما شجرية المعيشة ، وقد تأكد
هذا النوع من الحياة في الرئيسيات المبكرة ، وكانت هذه المعيشة مسئلة
- على ما يبدو - عن تكوين كثير من الصفات الهامة منها الخفة العامة للجسم
والتنسيق ، والقدرة على التسلق بالتشبث بالأطراف والتي كان من نتائجها
تكون أعظم « الأدوات » نفعا وهي اليد ، والتكوين العالي لقوة الإبصار ، وهو
مهم جدا للحياة الشجرية (ويلزمه اختزال في حاسة الشم) . وأهم من
هذا كله الدرجة العالية من التكوين في المنع ، وهي صفة بارزة في الرئيسيات
الراقية ، التي تبدو مرتبطة ارتباطا وثيقا بالاحتياجات والفرص المتوافرة

في الحياة على الأشجار . ويعتبر زباب الأشجار الموجود في منطقة الملايو وثيق الصلة بالحد الفاصل بين آكلة الحشرات والرئيسيات ، لدرجة أنها كانت موضع نقاش وجدل (شكل ٤٥) . والليمورات أدنى الرئيسيات المعروفة ، وهي ما زالت حتى وقتنا الحاضر ناجحة ومزدهرة في انحاء مدغشقر ومتغفرة قليلا عن أسلاف الحقبة الحديثة المبكرة . وما زالت هذه النماذج رباعية الاقدام تعيش فوق الأشجار ، وهي كثيفة الفراء ضعيفة البصر نسبيا ، ويكون الأنف فيها خطما نموذجيا للثدييات . ويمثل « التارسوس » وهو مخلوق غريب صغير من جزر الهند الشرقية ، خطوة تقدمية في الوقت



شكل ٤٥ - شجرة عائلة مبسطة للرئيسيات (من روبرت قضية الفقاريات . مطابع جامعة شيكاغو).

الحاضر . ويظهر النموذج الحي بعض التخصص في بعض الصفات مثل استطالة منطقة الكعب ، وهي صفة تكيفية للقفز يدين لها باسمه . الا انه بالرغم من ان التارسوس ما زال يشبه الليمور في أوجه كثيرة ، فانه يبين تقدما في بعض الصفات مثل قوة الابصار المتأخرة واختزال الأنف الى مجرد بوم أو برة .

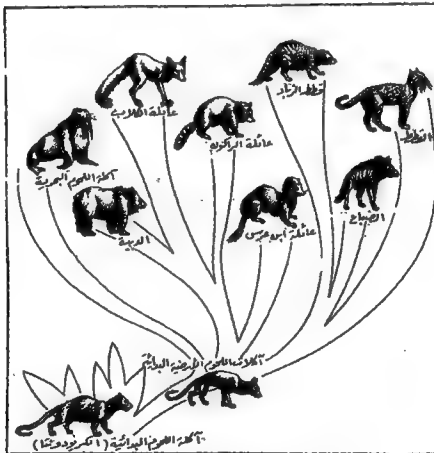
ويمثل المستوى العالي العام لتطور الرئيسيات بالقرود والميسمين والانسان . وبالرغم من ان الانسان يفخر بنفسه بالادراك الذهني فان الاختلافات التشريحية بين الأفراد المختلفة للمجموعة قليلة وليست في الغالب . الا اختلافات نسبية بين التراكيب المختلفة أو تكيفات بيئية واضحة ، مثل الصفات المميزة للانسان الخاصة بوضع الفقرات وتركيب الاطراف الخلفية المرتبط بالمشية العمودية . وفي كل هذه الرئيسيات العالية نجد ان النصفين الكرويين للمخ كبيران نسبيا ، وقوة الابصار عالية التكوين والأنف مختزل والابدى اعضاء مفيدة للقبض . ويبدو ان مجموعتين مميزتين من القردة قد نشأتا مستقلتين من جذع يشبه التارسوس . ويطلق على احدهما فطسية الأنوف او « عريضة الأنوف » وتوجد في امريكا الجنوبية حيث تمثل بنماذج متنوعة مثل القرد طاحن الاعضاء (القرد أبو قبة) والرموز الصغير . ومن المصادفة ان لقردة امريكا الجنوبية فقط ذبلا قاطبا (ماسكا) . والمجموعة الثانية من الرئيسيات العالية هي شم الانوف أو « متقاربة الأنوف » التي تكونت في الدنيا القديمة . ومن افرادها البدائية القردة المعروفة وبابون افريقيا وآسيا . ومن الأفراد الأكثر تقدما القردة الكبيرة او الميسمين بما فيها الجبون ، وانسان الغاب الوحشي ، والشمبانزى والفوريلا وكلها كبيرة الحجم نسبيا وكلها فقدت الذليل ، وفي المثلين الآخرين نجد انهما قريبان الشبه بالانسان من الناحية التشريحية ، رغم ان كليهما ليسا من اسلاف الانسان . والجبون يهلوان خفيف الحركة يعيش فوق الاشجار ، وانسان الغاب يجيد التنقل بين الاشجار . الا ان التخصص في الحياة الشجرية اقل ملاحظة في الشمبانزى ، كما أصبحت بعض الفوريلات تعيش على الأرض معيشة كاملة تقريبا رغم انها تعيش كرباعية اقدام . والانسان في حد ذاته يمثل قردا خامسا لهذه السلسلة الكبيرة من قردة الميمون الكبيرة ، الا انه اصبح من ذوات القدمين يعيش على الأرض كما تطبع كثيرا في تركيبه ببعض الصفات التي اكتسبها في اثناء الفترة الطويلة التي قضاها اسلافه على الاشجار . ونحن لا نعرف تماما اصل سلالتنا ، الا ان حفريات الانسان القرد في جنوب افريقيا (انسان الجنوب الشبيه بالقرد او انسان مجاوة) تسد الفراغ من ناحية التركيب ، بين الانسان واقاربه من السيميا (القردة والشمبانزى) .

آكلات اللحوم : لقد كانت آكلات الحشرات آكلات لحوم كامنة ، ويتكوين ثدييات عديدة من الأنواع قليلة الضرر نشأت في الحال من جذع المشيميات البدائية أنواع مفترسة مختلفة بدأت تاريخ رتبة آكلة اللحوم (شكل ٤٦) . وكانت بعض التجارب الأولى في هذا الموضوع غير فعالة نسبيا وبطيئة وخرقاء ، وتبدو ضربا من الضياء ، غير أن انواها أكثر تقدما تعتبر اسلافا لآكلة اللحوم المتأخرة ظهرت في الحال . ويمكن تقسيم آكلات اللحوم الأرضية الحديثة الى مجموعتين كبيرتين تمثل الكلاب والقطط أمثلة معروفة منها ، وتمثل قبيلة ابن عرس ومجموعة قطط الزباد ، على الترتيب، أفرادا أكثر بدائية ، ويبدو أن ابن عروس وأوفق أقاربه وأنسابه ، وهي صغيرة لها أرجل قصيرة البناء وآكلة لحوم بطبيعتها ، تمثل أفرادا بدائية لمجموعة « الكلاب » عامة (الأركتويديات) . غير أنه من بين عائلة ابن عرس تكونت سلسلة تجيرة من النماذج تختلف في طباعها ووجبة غذائها - هي الفرغور والظربان الأمريكى والقضاعة وحتى أفراد بحرية مثل كلب البحر الباسفيكى . وقد تطورت عائلة الكلاب الى أنواع أرضية تكيفت للعدو في اثر فريستها ، وتمثل في الوقت الحاضر بسلسلة من الذئاب وابن آوى والثعالب ونماذج أخرى تشبه الكلاب . وللراكون صلة قرابة بجذع الكلاب، الا انه ما زال حيوانا شجريا يأكل كل شيء (رمام) ، كما أن هناك أقارب أمريكية عديدة وكذلك القط الدبى والقط الدبى الكبير في آسيا من الأقارب. والدببة أفراد من مجموعة الكلاب العامة ابتعدت كثيرا عن حالات الأسلاف وقد تارجحت هذه الحيوانات (باستثناء الدب القطبى) بعيدا عن طبيعة أكل اللحوم لتعتاد وجبة مختلطة ، الا انها أساسا من الأعشاب .

ويبدو أن قطط الزباد وأقاربها من مجموعة القطط آكلة اللحوم تشغل مكانا بدائيا بمقارنتها بعائلة ابن عرس في مجموعة الكلاب . وليست هذه النماذج المختلفة سوى نماذج من الغابات الاستوائية للعالم القديم التي لا يمكن أن يلم بها القارئ العادى ، غير أن النمى أو المنجوس من الأمثلة المألوفة . وتعتبر الضباع غير الخلابة فرعاً مفرط النمو من قطط الزباد التي اعتادت حياة الكسح ، كما تعتبر السنابير أعلى تخصص في التكوين بين تحت مجموعة آكلة اللحوم . وتتكيف القطط لمطاردة فريستها والقيام بقفزات خفيفة وسريعة على ضحيتها بدلا من العدو خلفها كما تفعل الكلاب ، كما أن الأسنان متخصصة في الوخز والقص ، وفي الطبيعة نلاحظ أن القطط بصفة عامة آكلات لحوم . وأغلب أنواع القطط الحية ، مثل الأسد والنمر والنمر الأرقط وما شابهها ، يشبه بعضها بعضا في التركيب ، وكانت الأسنان السيفية المندثرة مشهورة بتكوين مبالغ فيه لاسنان الطعن والوخز (راجع شكل ٢٢٠ ، ١) .

وأخر آكلات اللحوم التي يجب ذكرها هي « لواحم البحرية » ،
مختلف عجول البحر أو الفقم وهي آكلة أسماك ، والفظ أو فيل البحر
القيبع الشكل ، باتياها الحفارة وأضراسها الكلية لسحق المحار الذي
تتغلق عليه . ويبدو أن هذه قد نشأت من آكلات لحوم برية في أواسط العصر
الثلاثي ، وفي اللواحم البحرية - من بين التكيفات البيئية الأخرى - نجد
أن الأطراف قد تحولت إلى زعانف . وأن الأطراف الخلفية ، المتجهة إلى
الخلف ، تحل محل الذيل المختزل ، كمضو للسباحة .

الحافريات : مما هو جدير بالذكر في تاريخ العصر الجيولوجي الثلاثي ،
تكوين مجموعات كبيرة من النماذج ، غالباً كبيرة الحجم نسبياً ، التي عاشت
معيشة عشبية وكونت أسنانها أذراساً طاحنة جيدة لطحن المواد الغذائية



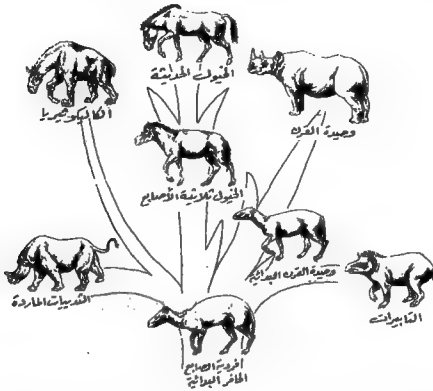
شكل ٤٦ - شجرة عائلة مبسطة لآكلة اللحوم (عن رومر - قصة الفقاريات -
مطابع جامعة شيكاغو) .

النباتية . وقد اتجهت أكثر النماذج تقدما من هذا النوع الى أن تصحح أنواعا عديدة جيدة ، باستطالة الأطراف ، وإضافة مفصل إضافي للأطراف بإطالة عظام راحة اليد ومنطقة أخمص القدم ، فقد اتجهت الى السير على أطراف الأصابع التي اختزل عددها بوجه عام . أما المخالب التي تحملها الثدييات البدائية فقد حلت محلها حوافر بصفة عامة ، ومن هنا أطلق اسم حافريات على هذه الثدييات .

على الرغم من أن الحافريات المختلفة قد كومت صفات كثيرة مشتركة ، فإنه من البعيد عن المؤكد أن كل جذوع الحافريات نشأت من مصدر واحد ، ومن المؤكد أنه كان هناك توارز كبير في تكوينها . والتعبير ، الذي كثيرا ما نراه مكتوبا ، أن للحافريات كذا وكذا من الصفات الوظيفية والتركيبية ، غير ذي قيمة ، إلا إذا ذكر بالأخص أى نوع من الحافريات هو المقصود ؛ إذ ليس من المستحيل أن تكون البقرة أوثق قرابة للأسد كما هي الحصان .

وفي البداية المبكرة لعصر الثدييات ظهرت سريعا الى حيز الوجود جموع كبيرة من الحافريات المختلفة إلا أنها من الأنواع العتيقة وأغلبها اختفى سريعا من الوجود ولا يهمننا ذكره هنا . أما الحافريات السائدة في أواخر الحقبة الحديثة والوقت الحاضر فتتنمى الى ربتين ظاهريتين تمثلان بالحصان والبقرة هما فردية الأصبع الحافر ، وزوجية الأصبع الحافر على الترتيب أو الحافريات فردية الأصبع وزوجية الأصابع .

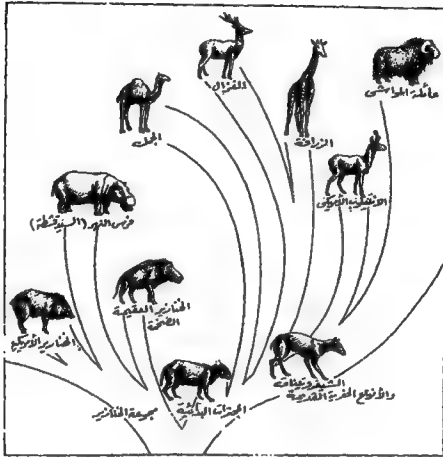
والصفة المميزة للحافريات فردية الأصابع (شكل ٤٧) هي الاختزال المبكر لعدد الأصابع من خمس الى ثلاث ، وفي حالات الخيول المتأخرة يختزل العدد الى أصبع واحدة أو الحافة احادية الأصبع الحافرة (راجع الفصل ٧) . وبعض الأنواع البدائية ، مثل الأيوهياس الصغير أو (الهيركوثيريوم) الذي لم يكن فقط « أول الخيول » ، ولكن كان وثيق الصلة بأسلاف الرتبة باكملها ، قد وصل الى حالة ثلاثية الأصابع في القدم الخلفية ولكنه في الأمام فقد مجرد الإبهام . ولقد كانت الحافريات فردية الأصابع المبكرة تتغذى بالفصون والأوراق الخضراء حيث تعيش على المواد الغذائية ، اللينة نسبيا ، الموجودة في النباتات . وفي المجموعات المتقدمة من الخيول ، شغلت أنواع أواسط العصر الثلاثي الأراضي الخضراء المعتدلة وكونت أسنانا عالية الأكليل لتلائم وجبة غذائية من البشائش والحبوب ، واختزلت الأصابع الى ثلاث في كل قدم . وبزيادة التقارب من الجنس الحديث اكوس تكون نظام أحادي الأصبع حيث أصبح الأوسط الوحيد المتبقى . وتبايرت المناطق الاستوائية بالدنيا القديمة والجديدة من أكلات الفصون والأوراق الخضراء التي بالرغم من أنها أضخم ، إلا أنها انحرفت قليلا عن طريقة الحياة التي عاشتها



شكل ٤٧ - شجرة عائلة مبسطة للحافريات فردية الأصابع (البريوداكتيلا).

الحافريات فردية الأصابع المبكرة . وأكثر تشعبا وتباعدا بين الحافريات فردية الأصابع المتدثرة كانت الثدييات الماردة المقرنة الخرقاء والكاليكوتيرات القبيحة الشكل التي جمعت بين جسم يشبه الحصان الى حد ما واقدام مسلحة بمخالب قوية (ربما تستخدم في حفر الدرنات) ، وكانت وحيدة القرن أكثر نجاحا ، بالرغم من كبر حجمها وبنائها الأخرق ، وكونت في أثناء تاريخها. أسلحة دفاعية تشبه القرون . ورغم أنها شاعت واتسع انتشارها في وقت ما ، فهي ما زالت ممثلة بأنواع قليلة في المايكرو الاستوائية للندب القديمة .

ولقد كانت الحافريات فردية الأصابع ناجحة في الجزء المبكر من عمر الثدييات إلا أنها اختزلت الآن الى أنواع قليلة نسبيا من ثلاثة اصناف هي الخيول ، والتابيرات ، ووحيدة القرن . وعلى العكس من ذلك تماما كانت قصة رتبة الحافريات زوجية الأصابع (شكل ٤٨) . ورغم ندرتها في بداية العصر الثلاثي فإن هذه الحافريات زوجية الأصابع قد ازدادت كثيرا بعد



شكل ٨ - شجرة عائلة مبسطة للحافريات زوجية الأصابع (الاريوداكتيلا).
يوجد انشقاق كبير في مجموعة الخنازير ، التي ينتمي إليها فرس النهر
(السيد قشطة) والخنازير العقيمة المنسفرة ، والمجترات . ويلاحظ أن
الشيافروتيينات الصغيرة من أفريقيا الاستوائية وجنوب آسيا وثيقة الصلة
بأسلاف الأنواع المجتررة المتقدمة . (عن رومر - قصة الفقاريات -
مطابع جامعة شيكاغو) .

ذلك وأصبحت واسعة الانتشار في الوقت الحاضر . وقد بدأ الاختزال في
هذه النماذج يفقد « إبهام اليد » و « الأصبع الكبيرة » مما أدى إلى نظام رباعي
الأصابع . ومن بين الأصابع الأربع اتجه الإصبعان الجانبيتان إلى الاختزال
أو الضياع تاركين الإصبعين الثالث والرابع لتكونا ما يسمى « بالحافر
المشقوق أو الظلف » التي تتميز بها المجموعة . وتعتبر خنازير الدنيا القديمة
وأقاربها من الخنازير الأمريكية للدنيا الجديدة أنواعاً بدائية نسبياً ، ومن
طبيعتها أنها تأكل كل شيء (رعاة) . ويعتبر فرس النهر (السيد قشطة)

من إبناء العم البرمائية للخنازير وهو نباتى التغذية . وقد أصبحت القافريات زوجية الأصابع الأكثر نجاحا آكلة عشب كاملة حيث كونت سلسلة من الأسنان الصدفية الطاحنة ذات الشرفات الهلالية المميزة (راجع الفصل ١١) واكتملت لها معدة عديدة الغرف ترتبط بعادة الاجترار (راجع الفصل ١٢) للتعامل مع الأغذية النباتية . وتعتبر الجمال ، التى نشأت أصلا فى أمريكا الشمالية ، وتميش الآن فى الدنيا القديمة (مثل الإلما) فى أمريكا الجنوبية مجترات بدائية نسبية . وأعظم القافريات زوجية الأصابع تقدما هى البيكورا ؛ وهى قافريات خفيفة الحركة سريعة العدو لها معدت مجتررة عالية التكوين ورموسها مسلحة عموما ببعض أنواع من القرون أو الأبواق . ويعتبر الغزال والزرافة من آكلات الفصون والأوراق الخضراء البدائية نسبيا . والنماذج شبيهة الأبقار أو « البقرات » أكثر وفرة ، وقد أصبح معظمها (تمشيا مع الخيول) آكلة حشائش تعيش فى السهول . أما الماشية والأغنام والماعز فهى بقرات مستأنسة معروفة ، حيث هناك جموع أخرى أكثرها من المناطق الاستوائية للدنيا القديمة ليس لدينا منها أسماء معينة معروفة ونميل الى جمعها تحت اسم أبقار وحشية أو « تيسال » . وفى النهاية يمكننا فى هذا المجتمع المجتر أن نذكر الوعول والظباء الشوكية الموجودة فى سهول غرب أمريكا ، وهى تمثل مجموعة تعيش فى الدنيا الجديدة وتوازى التيسال الحقيقية .

تحت القافريات : كثيرا ما نجتمع تحت اسم القافريات مجموعة من الرتب أكثر احتمالا أنها نشأت فى أفريقيا ، وربما كان من الأفضل اعتبارها فرورا شاذة من جلدع قافريات بدائية . فالوبر (الصفير من رتبة الوبريات) وهى الأرانب الرومية ، أو « أغنام بنى إسرائيل » فى الكتاب المقدس ، عبارة عن حيوان له حجم وطبائع الأرنب . إلا أنه، من المؤكد، من القافريات الظلفية الذى يرجع أصله الى السجلات الحفرية للعصر الثلاثى المبكر فى أفريقيا . غير أنها لم تتقدم أبدا من الناحية التركيبية الى أى درجة ولم تعد وجودها مطلقا فى أفريقيا ومنطقة شرقى البحر المتوسط . ومن الضرب - كما يبدو - أن هذه النماذج الصغيرة تظهر قرابة لمجموعتين أخريين متباعدين هما : الفيلة ، وأبقار البحر . وتمثل الخرطوميات (التى يشتق اسمها من جلدعها) فى وقتنا الحاضر ، فقط بنوعين من الأفيال أصليين لأفريقيا وجنوب آسيا . غير أن تاريخها كان طويلا ومتباينا . ويطلق على الأنواع القديمة اسم المستودونات . وقد كان أكثر النماذج المعروفة بدائية ، من العصر الايوسينى لمصر ، كبيرا جدا بالنسبة لوقته ، يبلغ فى حجمه الخنزير الكبير ، ياسنان امامية ازيميلية الشكل ومجموعة جيدة من الطواحن فى الصدفين .

وقد ازدادت المستودونات المتأخرة زيادة سريعة في الحجم وتكونت لها فوكوك طويلة بانياب قصيرة في أعلى وأسفل . وقد اضمحلت الفكوك في الطول بعد ذلك ، إلا أن البانياب العليا - تعويضاً عن ذلك - اتجهت نحو الاستطالة ، وأخيراً تكون نظام الرأس المميز ، بالبانياب والخرطوم ، ، المشاهد في الأفيال الحديثة . وفي نفس الوقت ، ابتداء من أواسط العصور الثلاثية اتسع انتشار المستودونات في أوراسيا ، . وأخيراً في الأمريكتين ؛ ففي العصر الجليدي ، طافت بأنحاء القارات - فيما عدا أستراليا وأمريكا الجنوبية - أنواع من الأفيال يطلق على معظمها اسم الأفيال الضخمة البائدة أو « المومثات » . وفي نهاية العصر البليستوسيني اختفت كل الخرطوميات تقريباً . ويرجع الاختزال المفاجئ لهذه الرتبة المزدهرة من الثدييات إلى أسباب غامضة إلا أنه ليس أكثر غموضاً من أندثار أنواع أخرى من الثدييات الضخمة في نفس الوقت .

وترتيبنا لأبقار البحر - خراف البحر والأطوم (ناقيات البحر) التابعة لرتبة عرائس البحر - مع الحافريات سيبدو ظاهرياً سوء استخدام كبير للأسماء . وتعتبر هذه الحيوانات التي تتغذى بالفصوص والأوراق الخضراء في المياه الضحلة للمناطق الاستوائية بالمحيط الأطلنطي والمحيط الهندي ، وحوشاً مائية تحولت أطرافها الأمامية إلى مجاذيف واختزلت أطرافها الخلفية إلى بقايا مخفية ، كما أعيد بناء الذيل ليكون زعنفة أفقية للسباحة . ورغم أنها أصبحت الآن نادرة نسبياً فقد اتسع انتشارها في أنحاء العالم في الجزء الأكبر من العصر الثلاثي . وتبين أقدم بقايا الحافريات (وأكثرها من العصر الأيوسيني لمصر) عديداً من أوجه التشابه لأغنام بنى إسرائيل البدائية جداً والمستودونات ، وتضيف قوة للاعتقاد القائل بأن هذه المجموعات الثلاث من تحت الحافريات الغربية سلالات مختلفة لسلف حافري قديم مشترك عاش في أفريقيا في فجر عصر الثدييات .

الحيتان : بالرغم من أن أكلة اللحوم وتحت الحافريات كانت أنواعاً مائية ، فإن أحداً من هذه الأنواع لم يكن عالى التخصص للحياة في البحار مثل الحيتان وخنازير البحر التي تشكل رتبة القياطس . وكما هي الحال في عرائس البحر فقد تحولت الأرجل الأمامية إلى زعانف ، واختفت الأرجل الخلفية كما أصبح الذيل عضواً عالى التكوين للسباحة له شعب أفقية . وكالزواحف السمكية من بين الزواحف ، قد تكون زعنفة ظهرية سمكية الشكل وتقتصر منطقة المنق حيث يصبح الجسم مغزلياً انسباً يسبح سمكياً الشكل . كما تميزت الجمجمة تغيراً غريباً حيث تحركت فتحات الأنف

الخارجية الى أعلى لتصبح منفس خروج الهواء في قمة الرأس . ولا تستطيع معظم الثدييات أن تعيش طويلا تحت الماء ، إلا أن فسيولوجية الحيتان قد تحولت بحيث أصبح من الممكن لبعضها أن يبقى تحت الماء ما يقرب من ساعة . وأغلب افراد الرتبة بما فيها خنازير البحر والدولفينات ومعظم الحيتان الضخمة نماذج لها أسنان تعيش على غذاء حيواني من السمك والأخطبوط والحبار . غير أن أضخم « القياطس السامية » - وهي الحيتان عظمية الفك - البال - تعيش على أقل كمية من الغذاء من الكائنات البحرية الصغيرة التي تكون البلانكتون في المحيط . والأسنان غالبية هنا ، وبدلا منها يتدلى من سقف الحلق صف بعد صف من صفائح رقيقة من البشرة القرنية هي عظم الفك أو البالين . وتقوم الاطراف المستنة لصفائح البالين بتصفية البلانكتون واستخلاصه من الماء حيث يقوم اللسان بلعق المحصول الناتج . وقد كانت أقدم الحيتان المعروفة من العصر الايوسيني ، انواعا مائية ، إلا أنها أقل تخصصا في الجسم والجمجمة وتشير الى أنها انحدرت من انواع بدائية هي آكلات اللحوم البرية .

« عديمة الأسنان » : تصل افراد رتبة عديمة الأسنان الى الشلودز المتطرف في كثير من صفاتها ويرجع توزيعها وتاريخها أساسا الى امريكا الجنوبية . ومن امثلتها الحية كسلان الأشجار ، وهو حيوان بارد بطيء الحركة يعيش على الأشجار ويأكل اوواها ، واكل النمل الطويل البوز ، والمدروعات وهي تأكل كل شيء (رمامة) ، ولها درع ظهري حسنة التكوين ، بالإضافة الى نوعين مندثرين بلغا حجما كبيرا ، هما : الجليبتودونتا أو « محفورة الأسنان » وهي أقارب للمدريات لها صدف واقية على شكل القبة وذيل مدرع ، وكسلان الأرض الضخم ، واكل النمل في الحقيقة عديم الأسنان إلا أن الاسم النظامي غير صحيح بالنسبة للنماذج الأخرى ، التي تمتلك ، على الأقل ، مجموعة من الطواحن الصغية الجيدة (رغم أن الغطاء العاجي للأسنان مختزل) . وقد تكونت هذه المجموعة في أمريكا الجنوبية ولكن في العصر الثلجي غزا كسلان الأرض ومحفورة الأسنان أمريكا الشمالية بنجاح محدود . غير أن المدرع فقط استطاع أن يعيش في الشمال ، وتعتن أسباب انقراض عديمة الأسنان الضخمة غامضة ، كما هي الحال في الأفيال الضخمة البائدة أو الموهثات .

وسنذكر هنا نوعين قديمين من الثدييات التي كانت تضم في الماضي مع عديمة الأسنان بأمريكا الجنوبية في مجموعة واحدة ، إلا أنهما معترف بهما الآن بكل وضوح وتمييز. وخنزير الأرض (ابواطلافا) أو « أوريكيتوبس»

وهو عبارة عن حيوان أفريقي طوله البوز قبيح الشكل ، و « أم قرفة » الرفيع البوز أو (ماتيس) الموجود في المناطق الاستوائية بالدنيا القديمة ، يتفردان بين الثدييات في أن كليهما مغطى تماما بقشور قرنية متراكبة تعطيهما بعض الشيء مظهر مخروط الصنوبر الحى . وكلاهما يعيش على اقتحام امشاش النمل الأبيض و مسلح بمخالب قوية ، ويستبقى خنزير الأرض يضع أسنانه صدفية وثرية الشكل ، أما حيوان « أم قرفة » فقد فقد ، كنظيره أكل النمل بجنوب أمريكا ، أسنانه العديدة الفائدة مم هذه الطريقة من المعيشة . وليست لآى من الحيوانين صلات وثيقة بأية مجموعة أخرى ، وهناك اشتباه في أن تكون لخنزير الأرض صلة بعيدة (رغم صفاته المميزة) بالحافريات القديمة ، كما لا يوجد أى دليل على أسلاف « أم قرفة » .

القوارض : من أنجح الثدييات كلها من ناحية عدد الأجناس والأنواع وأعداد الأفراد الحيوانات القارضة أو رتبة « القوارض » . وتتركز الصفة المميزة لهذه المجموعة في تكوين زوج كبير من الأسنان الإمامية في كل من الفكين العلوى والسفلى لجهاز قارض فمعال أزميلى الشكل . ولم تكون القوارض أبدا (والحمد لله) أية نماذج لطيارة أو أنواع بحرية ، إلا أنها أكثر المجموعات ازدهارا في كل بيئة أرضية معروفة . وقد انتشرت القوارض في نبادج كثيرة متنوعة يصعب تصنيفها في مجموعات كبيرة ، غير أن هناك ثلاثة أسراب من النماذج تظهر أكثر وضوحا . (١) مجموعة صغيرة نسبيا ولو أنها مألوفة هى مجموعة السنجاب وكلاب البرارى والمرومات (فئران الجبل) وأقاربها بما فيها ، كما يعتقد البعض ، القندس (كلب الماء) ، (٢) يمثل خنزير غينيا مجموعة كبيرة تتضمن أغلب قوارض أمريكا الجنوبية . ويبدو أن البنغل الشوكى الكبير في أمريكا الشمالية نشأ أصلا في أمريكا الجنوبية ، كما أن القنفذ الأوراسى وبعض قوارض الدنيا القديمة الأخرى تنسب عادة الى هذه المجموعة ، غير أن رأى الشائع يميل الى الاعتقاد بأن أوجه الشبه ترجع الى التوازي والمطابقة . (٣) وأكثر القوارض ازدهارا هى الجرذان والفئران الواسعة الانتشار في كل مكان ، والدليل على تغلبها هو أنها تتضمن المشيميات الأرضية الوحيدة التى استطاعت أن تصل الى استراليا قبل الإنسان .

الآرنبات : رتبة الأرنبات رتبة صغيرة تتضمن تقريبا كل الأرناب البرية والآرناب . وقد حُفنت في وقت ما مع القوارض لأنها ، كما في تلك المجموعة ، لها أسنان امامية أزميلية الشكل ، غير أنه لا يوجد أى تشابه

آخر ، فضلا عن أن للأرنبات زوجين من القواطع العليا بدلا من واحد . وقد عرف الدابوسون للتدييات الحديثة وحفريات ، منذ عشرات السنين ، عدم وجود أى صلة ، إلا أنه بالرغم من ذلك توجد دائما قرص متكررة يصف فيها علماء بيولوجيون يجهلون عالم الحيوان تراكيب أو وظائف موجودة في الأرناب البرية كصفات مميزة للقوارض .

لقد رأينا في تخطيطنا ومسحنا المختصر لعالم الفقاريات ظهور مجموعات كثيرة إلى حيز الوجود ، تبعا ميل للاندثار أو إلى نقطة بقيت منها أنواع طفيفة في الوقت الحاضر إما شاذة أو متداعية . ويقع النجاح الكبير عموما في الأسماك العظمية ، والطيور والتدييات المشيمية . وفي المستقبل يمكننا فقط أن نخمن . ولكن ، بصرف النظر عن أى أضرار أو تلفيات يمكن أن يحدثها الإنسان في القوى ، فإنه من المحتمل أن الأسماك العظمية المتقدمة تسود البحار زمنا طويلا ، وتسود الطيور الهواء والمشميات سطح الأرض . أى التدييات ؟ نتصور أنفسنا . غير أنه في لحظات الواقع التشاؤمية يمكن لنا أن نعتبر أن القوارض القوية ، الخصبة المتقلبة ، قد تراث الأرض .

الفصل الرابع الخلايا والأنسجة

كثيرا ما تتناول الدراسات التشريحية والفسيولوجية على جسم الحيوان الفقارى تراكيب بيئية كالأعضاء والأجهزة . ولا بد أن تأخذ في الاعتبار أن هذه التراكيب المختلفة تتكون من أنسجة ، تتركب بدورها من خلايا . فالخلية إذن هي الوحدة الأساسية الحية اللازمة لبناء الجسم المتكامل ، ولذا كانت دراسة الخلية والأنسجة أساسية في علم البيولوجيا ، ولسوف نستعرض باختصار ، هذه التراكيب الشائعة كتمهيد لفهم التراكيب الأكثر تعقيدا في الجسم ، والتي سنتناولها بدقة في هذا الكتاب ، وتعتمد وظائف الأعضاء المختلفة في الجسم أساسا على نشاط الخلايا التي تتركب منها تلك الأعضاء . ويمكن القول بأن الأجهزة المختلفة في الجسم تعمل جميعا بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على إمداد هذه الخلايا بالمواد الأساسية اللازمة لاستمرار عملياتها الحيوية ، وكذلك على تهيئة الجو المناسب الذي تعمل فيه . ولكل خلية طريقتها الخاصة في الحياة ، ولكنها تعتمد على باقى الخلايا والأنسجة لتستمر هذه الحياة ، كما أنها تسهم في بناء الجسم كوحدة متماسكة .

الواد الكيميائية : معظم التراكيب المختلفة في جسم الحيوان الفقارى والوظائف التي تؤديها لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بجميع المواد الكيميائية وتحويلها ونقلها لكل خلية كي تكون مادتها الأساسية (أو بروتوبلازمها) ، ومن ثم تساعدها على القيام بدورها الفعال في النشاط المختلفة في الجسم . وللتخلص من الواد الزائدة الإخراجية نتيجة عمليات الأيض . لذلك كان لزاما علينا أن نشير ، باختصار ، الى التركيب العام لهذه المواد الكيميائية الفعالة ، التي تختص بالعمليات الحيوية في هذه الخلايا .

الماء : من أهم المكونات الأساسية في الخلية ، ويقدر بحوالى ثلاثة أرباع المحتوى الكلى لها ، وهو مذيب عام لمعظم المواد ، ويعمل كوسيط لنقلها ولاتمام التفاعلات الكيميائية المختلفة ، كما أنه يدخل أيضا في هذه التفاعلات أو يتكون نتيجة لعمليات الأيض التي تتم داخل الخلايا . ويحتوى الجزء المائى للبروتوبلازم على أيونات مختلفة لأملاح غير عضوية ، مشابهة

في معظم الاحوال ، تلك التي توجد خارج الخلايا في سوائل الجسم . وتشمل ايونات : الصوديوم ، والكلور ، والكالسيوم ، والفوسفات ، والبوتاسيوم ، والكبريتات .

والمرکبات العضوية من أهم المكونات البارزة في الخلية ، وهذه قادرة على التحول من مركب الى آخر ، كما يتم تطبيقها ايضا داخل الخلية . ويحصل الحيوان على المركبات العضوية من مصادر نباتية ، تصنع فيها باستخدام الطاقة الشمسية من ثاني اكسيد الكربون والماء واسلح النترات . ومن أهم صفات هذه المركبات أنها تحتوي على نسب مختلفة من ذات عنصر الكربون مرتبة في حلقات أو سلاسل من الجزيئات ، كما تحتوي هذه المركبات على عناصر الأكسجين والهيدروجين بكميات وثيرة والنيتروجين بكميات قليلة . أما الكبريت والفوسفور وكذلك العناصر النادرة فموجودة بكميات ضئيلة في هذه المركبات .

وابسط المركبات العضوية هي الكربوهيدرات ، التي تتكون جزيئاتها من اتحاد ذرات الكربون والهيدروجين والأكسجين ، والاخيران موجودان بنسبتهما في الماء ، غالبا على هيئة مجموعة بدائية متصلة بهيكل حلقة من ذرات الكربون والأكسجين . وابسط هذه المركبات في الحيوان هي السكريات ، ومنها الجلوكوز ، التي قد تتحد في سلاسل طويلة مكونة النشاء الحيواني ، او الجليكوجين . والجلوكوز متوافر في الخلايا الحيوانية ، غير انه لا يمثل جزءا مكمل للواد الحيوية في الخلية ، ويستخدم كوقود لتوليد الطاقة اللازمة للمعاملات الحيوية في الجسم وينتج من احتراقه - في وجود الأكسجين - ثاني اكسيد الكربون والماء والطاقة .

والمجموعة الثانية من المركبات العضوية هي الليبيدات او الواد « شبيهة الدهون » ومن اشهرها الدهون الحقيقية في الجسم ، ولهذه الواد تركيب موحد ، مكون من سلسلة طويلة من ذرات الكربون يتصل بكل منها زوج من ذرات الهيدروجين . وتركيب الدهون من ثلاث من هذه السلاسل مرتبطة بعضها ببعض بجزيئين من الجلوسرين . وهي مثل الكربوهيدرات تستخدم كمخزن للوقود ، وبعضها يلعب دورا هاما في انسجة الجسم . أما الدهون المتفسرة « الفوسفوليبيدات » فمختلفة في تركيبها ؛ إذ يتصل بجزي الجلوسرين حمضان دهنيان وحمض الفوسفوريك الذي ترتبط به من الناحية الاخرى قلعة اذوية . ومع الليبيدات تصنف مواد اخرى ذات أهمية حيوية كبرى

(م - مقارنات)

في الجسم ، وتعرف هذه المواد بالسترويدات ، وهى جزيئات بسيطة التركيب تتكون من ذرات ايدروجين مرتبطة بخلقات من الكربون . وتشمل هذه المواد مادة الكوليسترول الهامة في جسم الفقاريات ، وكذلك بعض مجموعات من الهرمونات ، سيأتى ذكرها في الفصل السابع عشر من هذا الكتاب .

غير ان البروتينات من اهم المركبات العضوية في جسم الحيوان . ولا غنى لاية خلية عنها . وتختلف البروتينات اختلافا جوهريا في تركيبها الجزئى من الكربوايدرات والليبيدات ، وذلك نظرا لوجود عنصر النتروجين فيها . وهى تتكون من جزيئات كبيرة وضخمة تتركب اساسا من مركبات كيميائية بسيطة تعرف بالاحماض الامينية . وعلى الرغم من ان هذه الاحماض محدودة العدد في الطبيعة ، الا ان الجسم يمكن أن يبنى منها مركبات بروتينية كثيرة جدا ، تتكون من سلاسل او « شبكات » لا نهاية لها . وسلسلة البوليبيدات الطويلة احد الامثلة المعروفة التى تتركب من وحدات عديدة من الاحماض الامينية المترابطة . والانزيمات مجموعة خاصة من البروتينات ، وهى عوامل مساعدة وهامة تسرع من التفاعلات الكيميائية التى تحدث بين المركبات العضوية . والانزيمات بروتينات تتصل بها مركبات اضافية تكون في مجموعها الجزء الفعال في عملها .

والاحماض النووية مجموعة خاصة من المركبات العضوية الهامة التى تحتوى على نتروجين ، وهى تتكون من وحدات نيكليوتيدية . والنيكليوتيد يتكون من حمض الفوسفوريك وسكر (ريبوز او ديزوكسيريبوز) متحدة مع قاعدة بها نتروجين . وتقوم النيكليوتيدات البسيطة بوظائف هامة في الخلية ، فعند تكسير مركب ادينوزين ثلاثى الفوسفات (ا ت ب) تكسيرا جزئيا يصبح مصدرا هاما للطاقة وخاصة في العضلات . وقد اصبح الآن واضحا ان الاحماض النووية التى تتكون من هيكل مزدوج طويل من نيكليوتيدات متتالية - تلعب دورا هاما في الحياة . فحمض (د . ن . ا) موجود في صبغيات كروموسومات النواة وله القدرة على مضاعفة نفسه ، وعلى توجيهه مناشط الايض المختلفة في الخلية ، ويكون الجينات التى تهم المستغلين بعلم الوراثة . اما حمض (د . ن . ا) فتحمل جزيئاته الاشارات

«والتفاعلات» التي يرسلها حمض (د . ن . ا) من النواة الى السيتوبلازم لتكوين البروتينات والانزيمات الخاصة في الخلية .

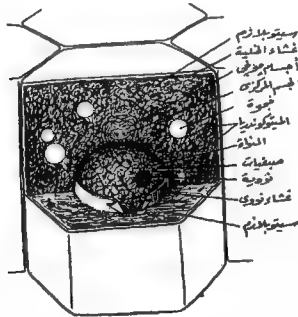
والفيتامينات مركبات عضوية خاصة تلعب دورا هاما في الخلية . وهي لا تكون مجموعة واحدة من المركبات ، ولكنها مركبات يحتاج اليها الجسم من مصادر مختلفة ، حيث لا يستطيع بناؤها بنفسه . وترجع معرفتنا بالفيتامينات الى دراسة نقص التغذية في الانسان ، غير أن أهميتها لا تقتصر الآن على الانسان وحده ، ولكنها تمتد الى جميع الكائنات الحية الدقيقة والفقاريات .

وقد نتساءل الآن عن المواد التي تحتاج اليها الخلايا لتكوين المركبات الأساسية فيها لضمان استمرار نشاطها الكيميائي والحيوي في اثناء حياتها . من الواضح ان الاكسجين عامل هام ومطلوب باستمرار كمصدر للطاقة ، ولا بد من توافر الماء عند الحاجة اليه . والأيونات غير العضوية مطلوبة كذلك للحفاظ على توازن الأملاح في سوائل الخلية . وأيونات الفوسفور والكبريت ، وبالأخص ، تلعب دورا هاما في بناء المركبات العضوية في الخلية . والجلوكوز والدهون مواد هامة أيضا في عمليات التخزين : والاحماض الامينية ضرورية كوحدات بنائية لتكوين البروتين وتخليق الانزيمات والفيتامينات هي الأخرى ضرورية لخلايا الجسم .

وتعود نواتج أيض المواد المختلفة أو مخلفاتها من الخلايا الى السوائل المحيطة بها ، ومنها الى الدم . حتى يمكن اخراجها والتخلص منها خارج الجسم . وعند اكسدة الكربوهيدرات اكسدة كاملة ، يخرج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء . ومن اضعب عطشيات الاخراج من نواتج أيض البروتينات والمركبات الأخرى التي تحتوى على نيتروجين أو كبريت وفوسفور وحمض يولييك ، لتفادي اثرها السام في الأنسجة . والكبريت يترك الخلية على هيئة كبريتات والفوسفور يخرج في صورة فوسفات حيث يكون كذلك في الخلية .

تركيب الخلية : تركيب الخلية النموذجية معروف منذ وقت طويل (شكل ٤٩) من خلال الدراسات الهستولوجية التي تستخدم الميكروسكوب الضوئي ، غير أن استخدام الميكروسكوب الإلكتروني حديثا قد اظهر تفاصيل كثيرة ومثيرة من التركيب الدقيق للخلية

فالنواة التي تقع في وسط الخلية تحتوي على الكروموسومات الصبغيات (التي تحمل الصفات الوراثية في الجينات) وقد جرى ازواج في بعض المراحل) ، وقد أكدت الدراسات الحديثة أن حمض د.ن . ا الذي يوجد في الكروموسومات (الصبغيات) له القدرة على توجيه كل النشاط المختلفة في الخلية . ويوجد في النواة حمض ر . ن . ا . على هيئة كتل متماسكة تعرف بالنووية وتنفصل النواة عن بقية البروتوبلازم بواسطة غشاء مميز يختفي في أثناء عملية الانقسام . والخلية محاطة من الخارج بغشاء محدد له القدرة على تنظيم مسار المواد الداخلة الى الخلية او الخارجة منها ، الى حد معين ، ويتركب غشاء الخلية من طبقات قليلة من البروتين والليبيدات . ويطلق اسم البروتوبلازم على كل المواد داخل الخلية . اما السيتوبلازم فهو يطلق على محتويات الخلية ما عدا النواة ، وتقع بالقرب من النواة حبيبات صغيرة تكون الجسم المركزي الذي يلعب دورا هاما في انقسام الخلية ، والميتوكوندريا (الأجسام السبحية) تراكيب او عصيات صغيرة، ويظهر



شكل ٤٩ - رسم تخطيطي لخلية حيوانية . (عن فيلي وووكر وسمت ، علم الحيوان العام)

الميكروسكوب الإلكتروني تفاصيل دقيقة لهذه الأجسام ، حيث تبسـدو شبه مستديرة بها حواجز عرضية داخلية . وتعتبر الميتوكوندريا من أهم المراكز في الخلية التي تتم فيها معظم التفاعلات الكيماوية النشطة التي تمدها بالطاقة اللازمة ، ففيها تتم أكسدة السكر والأحماض الدهنية إلى مركب أدينوزين ثلاثي الفوسفات (أ ت ب) . وهناك أيضا جهاز جولجي الذي تظهره صفات خاصة في كثير من الخلايا ، ويتكون من مجموعات من الحويصلات الصغيرة لها دور هام في الإفراز .

ولقد كان مفهوما منذ وقت طويل أن السيترولازم محلول غروي يتكون من مواد عضوية في سائل مائي ، إلا أن الميكروسكوب الإلكتروني أظهر أنه يتركب من شبكة دقيقة من الأغشية المزدوجة تنتشر بداخلها حويصلات من مواد سائلة ، وتقع على طولها حبيبات صغيرة تعرف بالريبوسومات ، التي تعتبر مراكز تكوين البروتين في وجود حمض د . ن . ا .

الوسط الخلوي أو السائل بين الخلوي :

يعيش الكائن الحي وسطا طبيعيا وكيماويا ، مناسباً وثابتاً تعيش فيه خلاياه . وعلى الرغم من وجود تفاوت واضح في درجات الحرارة القصوى التي يتحملها الحيوان نفسه ، فإن درجة الحرارة التي تتعرض لها خلايا الجسم تكون عادة ثابتة أو محدودة . فالخلايا تعيش في درجات حرارة أقل من ٤٥° في كثير من الفقاريات العليا ، لكنها تموت إذا ما زادت الحرارة عن هذه الدرجة ، وينتج ذلك من تجلط البروتين . وتكون درجات الحرارة القصوى مادة منخفضة في الفقاريات الدنيا . أما « نقطة التجمد » فهي قريبة جدا من الحد المنخفض لدرجات الحرارة في كثير من الفقاريات باستثناء بعض الحالات .

وتستطيع الخلية أن تعيش أو تتجنب الجفاف إذا ما وجدت في وسط مائي ، مثل السائل بين الخلوي المنتشر في الجسم . والماء وحده ليس كافيا لحياتها ، ولكن السائل يحتوي على مواد ذائبة فيه ، والإنزيمات . عامل الضغط الأوزموزي وتنفس الخلايا وتموت . وتنمو الخلايا إذا كان

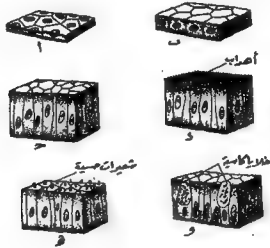
السائل محتويا على املاح غير عضوية بنفس نسبتها الموجودة في السائل بين الخلوى الطبيعى في الجسم ، و يحتوى هذا السائل على كميات مناسبة من ايونات الصوديوم والكلور . وكميات قليلة من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم . وكميات اقل من العناصر الهامة الأخرى . ومن الغريب أن المواد التي تكون في هذا السائل ، باستثناء بعض الحالات (التي تحتوى على نسبة قليلة من الماغنسيوم او لا توجد بها املاح كبريتات) ، تشابه في نسبتها المواد الموجودة في ماء البحر ، الا انها مخففة كثيرا ، ولذلك علاقة وثيقة بالتطور ، فاسلاف الفقاريات كانت حيوانات بسيطة تعيش في مياه الاحقاب القديمة ، وقد لامعت فسيولوجية خلايا هذه الحيوانات المعيشة في المياه ؟. ولما نشأت الحيوانات الأكثر تعقيدا كوتت لنفسها سائلا بين خلوى يشبه في تركيبه الوسط المائى الملحي الذى كانت تعيش فيه هذه الأسلاف .

ويتصل السائل بين الخلوى بالدم من جهة ، ويدخل الخلايا من جهة أخرى ، وذلك من طريق أغشية نصف منفذة ، لها تركيب عضوى خاص يسمح بدخول الماء والجزيئات الصغيرة والايونات الذائبة ، ويقف حاجزا امام التبادل الحر للجزيئات الكبيرة . وعامل الضغط الأوزموزى مهم جدا في كثير من تراكيب الجسم الفقارى ، ويلعب دورا كبيرا بالنسبة لتبادل الأملاح الذائبة بين الخلايا والسائل بين الخلوى و تيار الدم .

الانسجة الطلائية : (شكل ٥٠)

ليست الخلايا وحدات منعزلة في الجسم ولكنها تكون فيما بينها انسجة مختلفة . والنسيج مجموعة من خلايا متشابهة في الشكل وغالبا في الوظيفة ، لان بعض الأنسجة ، مثل النسيج الضام ، تنتشر الخلايا ولا تلتصق بعضها ببعض ، والدم مثال واضح تسبح فيه الخلايا في سائل من الصعب ان نتصوره نسيجا ، غير ان هناك انسجة تتجمع فيها الخلايا وتلتصق بعضها ببعض كالانسجة الطلائية . والنسيج الطلائي يتربك من طبقة او طبقات - من الخلايا المنتظمة المتراسة تتكون صفيحة تغطي سطح الجسم وتحيط بالتجاويف الداخلية . وفي الجنين تكون معظم الانسجة الطلائية بسيطة في تركيبها ومظهرها ، غير انها تنحدر وتزداد في السمك وتفقد كثيرا من مظهرها الطلائي في المراحل المتقدمة ، كما نشاهدها في المادة السنجابية المغطاة في خلايا الكبد .

وهناك أكثر من المصطلحات التسمية للأنسجة الطلائية المختلفة ،
تعتمد أساساً على شكل الخلايا المكونة للنسيج . فالخلايا الحرشفية



شكل ٥٠ - أنواع الأنسجة الطلائية : ١ - نسيج طلائي حرشفي .
ب - مكعباتي : ج - عمادي . د - عمادي مهذب ه - طلائي حسي
(خلايا من مخاطية الأنف) ، و - غدي يشمل أيضاً الخلايا الكأسية
المخاطية (من فيلي ، ملم الحياة) .

تكون مفلطحة ورفيعة في المقطع العرضي ، وهي تكثر على الأسطح التي يتم
خلالها التبادل الأوزموزي . أما الخلايا المكعبية فهي متساوية في الطول
والعرض ، مما يظهرها مربعة الشكل في المقطع ، وفي الخلايا العمادية يزيد
الطول عن العرض . وغالباً ما يتركب النسيج الطلائي من طبقة
واحدة من الخلايا في المراحل الجنينية . ويبقى هذا التركيب
في الحيوان البائع كنسيج طلائي بسيط ، أما إذا تكون من طبقتين
أو أكثر من الخلايا ، فيعرف بالنسيج الطلائي المصنف . ويحدد شكل
الطبقة العليا من الخلايا اسم هذا النسيج المصنف . وهناك نسيج مصنف
كاذب يتكون في الواقع من طبقة واحدة من الخلايا تعطي مظهراً مصنفاً نظراً
لوجود نوعين من الخلايا لها أنوية في مستويات مختلفة ، أ - لوجود خلايا لها
أجسام متسعة على أعماق مختلفة . والفشاء القاعدي لأي نسيج شام يوجد
عادة عند قاعدة نسيج طلائي ، وفي بعض الأنسجة الطلائية المصنفة
(كما في الجلد) حيث تتلف الخلايا السطحية باستمرار أو تقع ، تتجدد

الخلايا المصفقة بإنتقام خلايا الجزء - الفائق من النسيج . والتي تسمى بالطبقة الجرثومية او الولادة . - ووجد على سطح النسيج الطلائي كثير من المضيئات المتخصصة ، من أبرزها الأهداب التي تكثر في الأنسجة الجنينية والياغفة في اللافقاريات والفقاريات ، وهي رفيعة تضرب بنظام رتيب يعمل على توزيع المخاط ، والمواد الأخرى في اتجاه واحد ثابت .

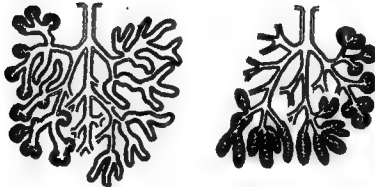
ويستعمل كثير من المؤلفين لفظ النسيج الطلائي في الأنسجة التي تغطي سطح الجسم او بطن تجويف القناة الهضمية ومشتقاتها او التجاويف التي تنشأ من هذه الأسطح الداخلية او الخارجية ، وعلى ذلك فهناك مصطلحات أخرى لاستعمالها في الأنسجة التي تبطن التجاويف التي تنشأ ثانوياً في الطبقات الفائرة في الجسم ، فمثلاً تستخدم **الطلائية الداخلية** عادة في المكونات الطلائية التي تبطن الأوعية الدموية .

الأنسجة غير الطلائية : لاحظنا في حالة المخ والكبد ، التي تنشأ في الجنين كأنسجة طلائية ، انها تفقد مظهرها الطلائي عندما يصل الحيوان إلى الطور اليافع . كذلك نجد ان العضلات المخططة ، في الجذع والأطراف في الحيوان اليافع ، تبدو بعيدة كل البعد عن التركيب الطلائي ، غير اننا نستطيع ان نتصور ان لها أصلاً طلائياً كما سنذكر في الفصل التالي ، فهي تنشأ من كتل نسيجية مائكة معلقة كما هو واضح في السهم على الأقل ، وهذه الكتل تنشأ بدورها من طلائيات تحدد الجيوب السيلومية المشتقة من تجويف المعى . وهناك أنسجة أخرى هامة في الجسم يرجع منشؤها الى النسيج الطلائي ، مثل الأنسجة الضامة والهيكلية والدم . وهذه الأنسجة تنشأ من البروتوكيم الجنيني ، وخلاياها مشتقة من الأسطح الداخلية للأنسجة الطلائية ، غير انها لا ترتب نفسها في نظام طلائي ممان ، فهي موزعة في المادة الأساسية او الموجد التي تفرزها . وفي النسيج الهيكلي تتصلب المادة الأساسية كما في الغضروف او العظم ، اما في حالة الأنسجة الضامة فتكون المادة الأساسية جيلاتينية ، وفي الدم تكون سائلة على هيئة بلازما .

الغضد : (شكل ٥١) . لكثير من خلايا الجسم نشاط افرازى فهي تنتج مواد سائلة وتصبها للخارج ، وتعرف هذه الخلايا بالخلايا الغدية ، وهي تخزن افرازات حبيبية او فجوات مليئة بافرازات ، ويمكن تمييز هذه

الخلايا في التحضيرات المجهرية ، وتأثير الإفراز في الخلايا مختلف ، ففي بعض الحالات يكون النشاط الإفرازى مستمرا بدون أدنى ضرر على الخلية ، أما في حالات أخرى فيكون الإفراز دوريا ، وتنفجر الخلية عند سطحها الخارجى لتتصبب الإفراز ثم تستعيد الخلية الجزء المفقود منها ، وفي حالات أخرى كما في الغدد الدهنية التي توجد في الجلد يؤدي الإفراز الى تحطيم الخلية كلية .

وفي كثير من الحالات ، تنتشر خلايا مفردة او في مجموعات على سطح النسيج الطلائى الذى يؤدي وظائف أخرى ايضا . وهذا ما يحدث مع **الخلايا المخاطية** التي تفرز المخاط ليرطب الأغشية المختلفة ويحميها . وقد يتراكم المخاط قبل خروجه من الخلية ويكون حبيبات كبيرة وتسمى هذه



شكل ٥١ - أنواع الغدد القنوية : أ - ز - غدد بسيطة

أ - أنبوية . ب - أنبوية ملتوية . ج ، د - أنبوية متفرعة . هـ ، و - غدد حوصلية متفرعة . أسفل : أمثلة من الغدد المركبة . القنوات في كل الرسومات ممثلة بخطوط مزدوجة ، والجزء المعزى باللون الاسود (عن ماكسيمو ويلوم ، على الأنسجة) .

الخلايا بالخلايا الكأسية وكثيرا ما تنقل الخلايا المفردة من السطح وتكون غلدا لها قنوات تمر الافرازات من خلالها الى السطح أو الى التجاويف الداخلية كما في القناة الهضمية أو القنوات البولية والتناسلية ، وتسمى هذه الغدد بالغدد القنوية وانسحاب الخلايا الغدية من السطح يؤدي الى عديد من الأغراض ، فخلايا الغدة في حماية أكثر مما لو كانت على السطح ، كما أن المساحة الإفرازية تزداد نتيجة لتكوين ثنيات أو جيوب كثيرة في النسيج الغدي ، كما أن خروج الإفراز من الغدة يقع تحت سيطرة تامة . وفي شكل ٥١ نشاهد أنواعا عديدة من التراكيب الغدية في الجسم ، فهناك غدد أنبوبية ، أو حوصلية ، بسيطة أو مركبة ، وغدد هيركية تتكون من عدد من الغدد لها قناة مشتركة تفتح للخارج .

وتوجد غدد من نوع آخر غير هذه الغدد القنوية ، فليس لها قنوات ، وتصب إفرازها في الدم ، وتعرف بالغدد اللاقنوية (راجع الفصل السابع عشر) . وتنشأ هذه الغدد في بعض الحالات من أنسجة طلائية في الجنين ، مما يعتقد أنها كانت غلدا قنوية في أسلاف الحيوان . وفي حالات أخرى ، لا يوجد دليل على هذا ، أو حتى على وجود انحدار تدريجي من غدد قنوية الى غدد لا قنوية ، ويظل منشأ هذه الغدد في أثناء نشوء المجموعات الحيوانية غامضا .

الفصل الخامس

التكوين المبكر للفقاريات

سنحدث في الفصول الآتية عن تكوين الأعضاء والأنسجة المختلفة ، حيث نناقش باختصار تاريخ التكوين المبكر للفقاريات من البيضة حتى تتميز الأعضاء والأجهزة الهامة وتتكون القاعدة الرئيسية للجسم . وفي سبيل ذلك سنسرد القصة مبسطة بطريقة تخطيطية مع حذف كثير من التفاصيل التي تهم عالم الأجنة.

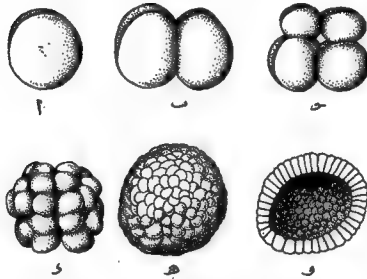
أنواع البيض

يختلف بيض الفقاريات كثيرا في الحجم من مجموعة الى اخرى ، وهذا التفرق في الحجم (ما عدا في الاسماك كاملة التعظم) مرتبط بكمية المح الوجود ، وكمية المح وتوزيعها مسئولتان بدورهما عن الاختلافات العظمية في طرق التكوين . ونتيجة لهذا فان ما يهمنا هو ان نميز بين الانماط الرئيسية من البيض ، ثم نتابع بنفس الاسلوب طريقة التكوين التي تتم في كل حالة .

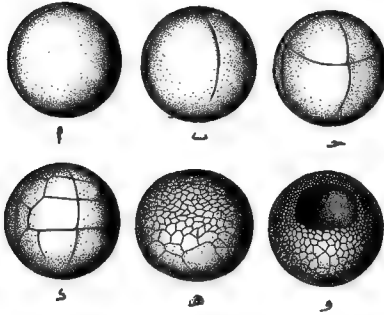
في بعض البيض - مثل بيض السهيم والثدييات على سبيل المثال - توجد كمية ضئيلة من المح ، وتسمى مثل هذه البيضة بالبيضة قليلة المح . النوع الثاني هو ذلك المسمى بالبيض المتوسط المح ، وفيه تكون البيضة كبيرة نوعا ما وتحتوى على كمية متوسطة من المح تميل الى التجمع في النصف الاسفل . ويوجد هذا النوع من البيض في البرمائيات مثل الضفادع الشائعة والعلاجم والسلامندر ، وفي الاسماك العظمية غير كاملة التعظم ، وفي البلكي . وينتشر ايضا هذا النوع في الأنواع المائية الدنيئة ، حتى انه من الممكن ان نقول ان هذا النوع من البيض هو من مميزات أسلاف الفقاريات .

في الاسماك الشبيهة بالقرش من جهة وفي الزواحف والطيور من جهة اخرى نجد بيضا كبيرا الحجم - النوع الكثير المح - الذي يشغل المح فيه أغلب حجم الخلية مع كمية صغيرة نسبيا من السيتوبلازم تتركز عند أحد القطبين . وهكذا تظن كمية المح حتى ان كل جسم خلية بيضة الدجاج يسمى ببساطة في المطبخ « بالمح » متناسين كمية السيتوبلازم الضئيلة التي تحتويها . في الاسماك العظمية الحديثة الشائعة - الاسماك كاملة التعظم -

« قليل الملح » سنترك الفقاريات الحقيقية وتقتصر على بيض السهم ، وهو من الحبليات اللينة نسبيا . أما بيض الضفادع أو البرمائيات اللدبية فيتميز بأنه بيض « متوسط الملح » . ولكن بيض القرش أو القويح فهو من النوع « كثير الملح » الذي يمتلئ كثيرا بالملح وكذلك فإن بيض الطيسور له نفس الطبيعة . وسنشير أخيرا إلى التكوين المبكر في بيض الثدييات وهو بيض صغير لا يحتوي على ملح في الغالب . ولكن الثدييات - وقد نشأت من الزواحف التي لها بيض كبير ممتلئ بالملح - فإن نظام تكوينها يحتوي بين دفتيه على كثير من ذكريات الأنواع ذات البيض كثير الملح . وستتابع كلا من هذه الأنواع من خلال ثلاث عائلات كبيرة متتامة . (١) التفليج وتكوين البلاستيولا ، (٢) التبطين أو تكوين الجاسترولا مع تكوين طبقات الجسم الرئيسية و (٣) تكوين الأنبوبة العصبية والتراكيب الميزودرمية .



شكل ٥٣ - التفليج وتكوين البلاستيولا في بيضة قليلة الملح - بيضة السهم - (قارن أشكال ٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦) . أ - الانقسام الأول . القطب الحيواني للبيضة غير المقسمة في أعلى الشكل . ب - الانقسام الثاني ليكون الطور ذي الخلايا الأربع . ج - الانقسام الثالث . خلايا القطب الحيواني أصغر قليلا . د - بعد حوالي انقسامين آخرين . هـ - البلاستيولا . و - البلاستيولا وقد شئت إلى نصفين تبين تجويف الانقسام في الداخل تحيط به طبقة واحدة من الخلايا . (عن سيرفونتين وكونكلين) .



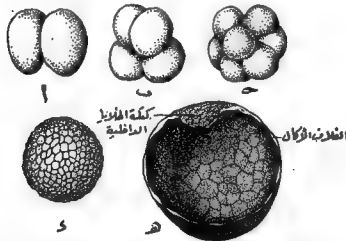
شكل ٥٤ - التفنج وتكوين البلاستيولا في نوع من البيض. متوسط الملح كما في البرمائيات . وتشبه هذه الأشكال الستة الأخرى المبينة في شكل ٥٣ (فان أيضا شكل ٥٥ ، ٥٦) . ١ - الانقسام الأول . ٢ - الانقسام الثاني . ٣ - الانقسام الثالث ، عرضي مع تكوين خلايا صغيرة عند القطب الحيواني . ٤ - الطور ذو الست والثلاثين خلية تقريبا . الانقسام غير منتظم ولكن أبطأ ، مع تكوين خلايا كبيرة عند القطب الخصري . ٥ - البلاستيولا ، الخلايا عند القطبين الأساسيين متباعدة الواضوح . ٦ - قطاع في البلاستيولا يبين تجويف الانقسام الذي يتكون من حجم محدود تحده من أعلى عدة طبقات من الخلايا ، في حين أن كتلة الملح عند القطب الخصري قد انقسمت ببطء إلى كتلة من الخلايا الكبيرة .

التفنج وتكوين البلاستيولا

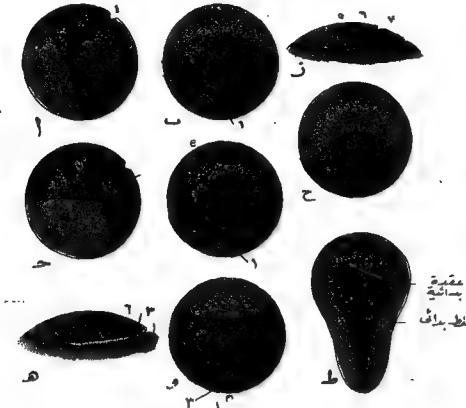
السهم : بيضة الفقاريات أو بيضة السهم التي تبدو ساكنة والتي لا تتميز فيها شيء ، تحتوي بداخلها على كل الطاقات اللازمة لتكوين الحيوان البالغ ، ولا تحتاج إلا إلى المنبه المناسب - وعادة ما يكون هذا المنبه هو قوة الانطلاق التي تنشأ من دخول الحيوان المنوي - لتبدأ قصة التكوين . ويطلق توزيع الملح في البيضة - حتى قبل التقيح - ضوءاً على بعض هذه البيضة . حتى في تلك البيضة ذات الملح القليل مثل بيضة السهم نجد أن الملح



شكل ٥٥ - أشكال تبين التفالج وتكوين البلاستيولا في البيض كثير الملح كما في القرش والزواحف والطيور (قارن شكل ٥٣ ، ٥٤) . في ١ - ب الموضح فقط هو القطب الحيواني ويتكون من منطقة من البروتوبلازم الرائق على قمة كتلة كبيرة من الملح الساكن . ١ - د تبين أطوار الانقسام التي تماثل تلك المرقومة من ١ إلى ٥ في الشكلين السابقين . ولا تؤدي نتيجة الانقسام هنا إلى تكوين كرة ، ولكنها تؤدي إلى تكوين صفيحة مفلطحة تتكون من عدة خلايا في السمك ، ويقع تحتها تجويف غير منتظم هو تجويف الانقسام الذي يوجد فوق كتلة الملح غير المنقسمة . (هـ من فون كوبفر) .

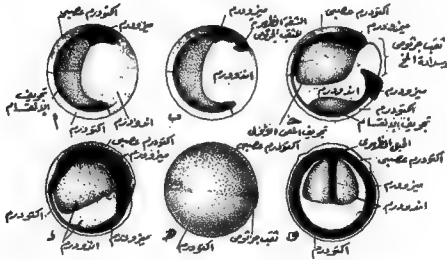


شكل ٥٦ - التفالج وتكوين البلاستيولا في أحد الرئيسيات . البيضة صغيرة لأن تحتوي على مع تقريبا وتقسم (من ١ إلى ٥) بطريقة تشبه تلك التي تتم في السهم . البلاستيولا المتكونة (ترى في قطاع في هـ) تشبه تلك الخاصة بالسهم . والحقيقة أن الطبقة الخارجية هي النسلاف الأكال الذي يكون اتصالا مع جدار الرحم . أما البلاستيولا الحقيقية فهي كتلة الخلايا الداخلية ، وهي طبقة من الخلايا تقع فوق التجويف الداخلي تماما كذلك التي توجد في بلاستيولا البيضة كثيرة الملح (شكل ٥٥ هـ) وتقع فوق كتلة الملح . (من ستريتر)



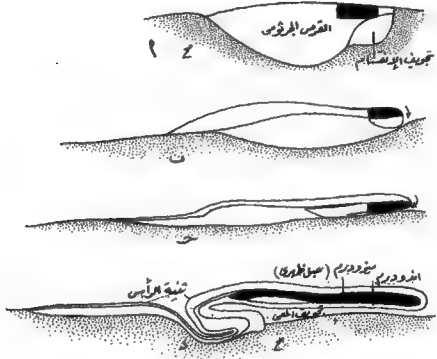
شكل ٥٧ - اشكال. توضح سطح البلاستيولا في الانواع المختلفة لظهور مصير المناطق المختلفة في التكوين الطبيعي . ١ ، ب - منظر الجانب الأيسر والظهري للبلاستيولا في السهم (قارن شكل ٥٣ هـ) . ج ، د - مناظر متشابهة لبيضة البرمائيات (قارن شكل ٥٤ هـ) : استدار الجنين في هذه الاشكال من الوضع الاصلى الذى كانت عليه البيضة وهى عائمة الى ذلك الوضع الذى تتخذه الجاسترولا . وتم الاستدارة بحيث ان القطب الخضرى الذى كان اصلا في وضع بطنى قد التف الى الخلف والى اعلى للوضع الذى سيتكون من الاندودرم . المكان الذى سيتكون فيه الثقب الجرثومى يعين ويبدل عليه شق . في هـ ، و ، ز ، ح مناظر جانبية وظهرية متشابهة للبلاستيولا المفلطحة في البيض كثير المح للقرش والطار . لاحظ انه في كل الاشكال يشابه نظام المناطق التى ستمطى الطبقات الجرثومية ، ولكن في الطيور (كحيوان رهلى) حل الخط البدائي محل الثقب الجرثومى باستثناء تكوين الاندودرم ، ط - طور في تكوين الطيور الى الطور ح . تغير الجنين تحرك الميزودرم والاكودرم العصبى الى الداخل (كما هو مبين بالاسهم) في اتجاه الخط البدائي . ١ - مكان تكوين الثقب الجرثومى . ٢ - الاكودرم الذى سيمطى الجلد مستقبلا . ٣ - الاندودرم . ٤ - الميزودرم . ٥ - الاكودرم العصبى . ٦ - منطقة الجبل الظهري من الميزودرم . ٧ - المكان الذى ستظهر فيه المقعدة البدائية والخط البدائي . (البيئات من كونكتين فوخت وفاندبروك وباستيل) .

يتركز الى درجة ما في نصف الكرة السفلى ، ولذلك نستطيع ان نميز بين قطب اعلى حيواني ذى سيتوبلازم رائق ، وقطب خضرى اسفل في منطقة المح . وفي كثير من اللافقاريات يصبح المحور الذى يصل هذين القطبين المحور الامامى الخلفى للجسم ، ويصبح القطب الخضرى نهايته الخلفية . ويختلف الامر في الفقاريات والحيليات الدنية نتيجة للتعقيد النسبى في النمو ، فان محور السهم اليافع يقع حوالى ٤٥° بعيدا عن محور البيضة . ولهذا (ونقولها من غير تحفظ) يميل القطب الحيوانى الى اسفل تحت ذقن الحيوان اليافع ، في حين يميل القطب الخضرى الى اعلى والى الخلف في اتجاه ظهر الحيوان .



شكل ٥٨ - تكوين الجاسترولا في نوع من بيض البرمائيات . ا الى د - مناظر تماثل تلك المبينة من ا الى هـ في شكل ٥٢ . وتحدد الكمية الكبيرة من المح الانعقاد الى تلك الدرجة المبينة في ب . اما بقية الانعقاد فيتم بنسب أكثر لشفتى الثقب الجرثومى كما هو مبين بالسهم في الشفة العليا في ج . هـ - الجاسترولا من الجانب الأيسر . و - قطاع عرضى لمنظر امامى ، كما يشاهد في ج : د ، و ويستثنى الميزودرم الى الداخل بين الاكتودرم والانودرم (قارن شكل ١٦٧ ، ب) . (عن هامبورجر) .

والحدث الأول الأكبر في سلسلة الأحداث الذي يلي دخول الحيوان المنوى هو عملية التفجج أو الانقسام التي تؤدي الى طور يسمى بالبلاستيولا .
ففى السهم (شكل ٥٢) يكون الانقسام الأول طويلا ويمتد من قطب الى قطب (مثلما يقطع شخص ما فحاحة الى قسمين) وينتج من ذلك تكوين خليتين تكونان فيما بعد النصف الأيمن والأيسر للجسم - وهنا وربما فى الفقاريات



شكل ٥٩ - قطاعات طولية لأطوار متتالية فى تكوين الجاسترولا فى بيضنة كثيرة المح كبيضة صفيحيات الخياشيم . المبين فقط هو قرص البلاستيولا والجزء المجاور من المح ، الطرف الأمامى وإلى اليسار . أ - بلاستيولا (قارن شكل ٥٥ هـ) . ب - انغماد الأندودرم الى الداخل عند النهاية الخلفية للقرص ، وهو ما يشابه الثقب الجرثومى . ج - العملية المستمرة لالتفاف الداخلى للميزودرم . د - انفصل الميزودرم من الأندودرم ، وتكون تجويف المحى وهو مفتوح من أسفل وسقفه يتكون من الأندودرم (من فان برونك) .

عامة يتمين فى البيضة غير الملقحة المستوى الوسطى للجسم مستقبلا . ثم يتلو ذلك انقسام طولى تماما مثلما تقطع فحاحة الى أربعة أرباع . اما الانقسام

الثالث فيتم بمستوى عمودى على الانقسامين السابقين قاطعا مجرى البيضة ويبدأ بتكون الطور ذو الثمان خلايا . وتبقى كل خلية تنتج من هذا الانقسام ملتصقة بزميلاتها ، إلا أنها تميل لتتخذ شكلا كرويا . ونتيجة لهذا ، ومن هذه النقطة وما بعدها يبدأ تكوين تجويف وسطى داخل تلك الكرة من الخلايا . ويزداد هذا التجويف حجما كلما استمر الانقسام ، ومن ثم يسمى بتجويف الانقسام أو البلاستوسيل . وهناك تبدأ أيضا ظاهرة أخرى في هذا الوقت حيث تميل خلية الانقسام لا من وسط كتلتها المحيطة الكبيرة ولكن من وسط البروتوبلازم الحى دون اعتبار لتلك الكتلة الساكنة نسبيا من المح . وقد أوضحنا أنه حتى في السهم توجد تحت المحور كمية من المح أكثر قليلا من تلك الموجودة فوقه . ومن ثم فإن الانقسام المحورى الذى ذكر لا يمر تماما بالمحور ولكن فوقه بقليل ، ونتيجة لهذا فإن الخلايا الأربع السفلى تكون أكبر قليلا من غيرها وتحتوى على كمية أكثر من المح من تلك التى فوقها .

ثم تنقسم كل من الخلايا الثمان إلى خليتين ليصبح الطور ذو الست عشرة خلية ، ثم تنقسم كل من هذه الخلايا إلى اثنتين . ولثلاثين خلية . ويستمر الانقسام بعد ذلك متشابها إلى حد ما ولكن بطريقة أقل انتظاما ، ويمتوائية هندسية تتم انقسامات أكثر قليلا حتى تتكون البلاستيوولا . وتكون نتيجة لهذا الانقسام كما في السهم كرة جوفاء سمكها خلية واحدة ، وتتكون من عدة مئات من 1 لخلايا مرتبة كغلاف يحيط بالتجويف الوسطى . وليست خلايا البلاستيوولا متشابهة تماما ولكن تظهر الملاحظة وجود خلايا صغيرة جهة القطب الحيوانى وخلايا كبيرة تحتوى على مح أكثر نوعا ما جهة القطب الخضرى .

الببيض متوسط المح : تنقسم بيضة هذا النوع متوسط المح في الفقاريات مثل بيضة الضفدعة أو السلمندر (شكل ٥٤) بنفس النظام الاساسى الذى تتبعه بيضة السهم بدلا من التحور الناتج عن وجود كمية كبيرة من المح في نصف الكرة الخضرى . والانقسامان الاول والثانى طويلان كما في السهم ، فهما يبدأان من القطب الحيوانى ، ولكن يعمل وجود المح الساكن على إبطاء عملية الانقسام ، ومن ثم فإن الانقسام الثانى يبدأ قبل أن يكون الانقسام الاول قد تم ووصل إلى نهاية القطب الخضرى . وتستمر هذه القابلية للتأخر في الانقسام في النصف الأسفل من البيضة طيلة وقت الانقسام . أما الانقسام الثالث - وهو الانقسام العرضى أو المحورى - فيتم

بعيدا عن المحور وذلك لاختلاف توزيع المح (وغالبا في اتجاه الشمال - كما يستطيع الانسان ان يقول - في مدار السرطان) . وتبعاً لذلك فان خلايا الحلقة العليا أصغر كثيرا من الخلايا الموجودة في الحلقة السفلى . ونتيجة لعدم تساوى الانقسام وتأخره في نصف الكرة الخضرى تختلف البلاستيولا الناتجة عن بلاستيولا السهم . وتختلف الخلايا الصغيرة في الجزء الحيوانى من الكرة (وهند عديدة الطبقات في السمك) عن كتلة الخلايا الكبيرة الحية والمنقسمة جزئيا والتي تكون نصف الكرة الخضرى ، وبهذا يغل حجم تجويف الانقسام .

الببيض كثير المح : ولو ان بيضة البرمائيات تحتوى على كمية كبيرة من المح الا ان الخلايا تنقسم انقساما كاملا حتى تتكون البلاستيولا . ولكن في الانواع الاخرى مثل القروش والزواحف والطيور - حيث يكون معظم حجم البيضة من المح الساكن الذى لا ينقسم ابدا - فان الانقسام وتكوين البلاستيولا (شكل ٥٥) يقتصر على المنطقة الصغيرة من البروتوبلازم الرائق في القطب الحيوانى . وتكون النتيجة تكوين قرص من عدد من الخلايا في السمك يقع فوق المح . والبلاستيولا هنا عبارة عن طبقة مغلطحة وليس كرة . ويحيط المح بحواف البلاستيولا ، ويتكون من الخلايا التى قد تقع في منطقة القطب الخضرى في الببيض الاقل محاً . ولكنها هنا غير قادرة على ان تاجل هذا المكان . وتوصف البلاستيولا - بمصطلحات رسامى الخرائط - بانها كرة ضفطت حتى تفلطحت واصبحت « خريطة » ذات طول وعرض فقط اى انها مسطحة ، وتمثل مسقطا مرسوما من ناحية قطبها الشمالى .

الثدييات : الاطوار المبكرة في تكوين الثدييات (شكل ٥٦) متخصصة ولا تشبه ايا من الفقاريات الاخرى . فالثدييات المثالية تحمل الاجنة المبكرة داخل اجسامها وتغذيها بمواد تستخلص من الافرازات الرحمية اولا . ثم من دم الام عن طريق نسيج يربطهما معا ويسمى بالشيمة . وتتكون المشيمة نتيجة تحور في الاغشية الجنينية التى توجد في كل الرهليات ، وتشبه كثير من عمليات التكوين في الثدييات تلك الخاصة بالزواحف والطيور . والاطوار الاولى فيها جميعا واحدة . ولا تحتاج بيضة الثدييات الى مع وليس بها اى منه ، ونتيجة لذلك فهي صغيرة ، كما ان اطوار الانقسام المبكرة (التى

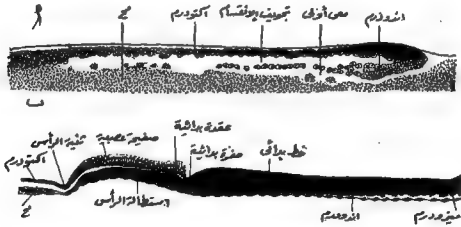
تتم في قناة البيض) تشبه تماما تلك الخاصة بالسهم . ولكن في فتيات كالرئيسيات نجد أنه من الضروري أن تتكون بسرعة طبقة خارجية من الخلايا لتساهم في تكوين المشيمة عندما تسقط البيضة في الرحم - وسرعان ما يحدث ذلك - وتبعاً لذلك فإن البلاستيولا المتكونة تتكون من جزئين :
 ١ - كتلة داخلية من الخلايا وهي التي سيتكون منها الجنين و ٢ - طبقة خارجية رفيعة من الخلايا تسمى الطبقة الأكلية ، وهي غشاء جنيني وظيفته الاتصال بالنسجة الأم الرحمية .

تكوين الجاسترولا والطبقات الجرثومية

السهم : لقد رأينا - نتيجة لانقسام البويضة وتكوين البلاستيولا - تكوين جنين يتكون جسمه في معظم الأنواع من طبقة واحدة من الخلايا على شكل كرة أو صفيحة من الخلايا . وتشير الاختلافات في بعض الحالات سواء كانت في الحجم أو في وجود الحبيبات الملونة أو في كمية الملح في الأجزاء المختلفة من البلاستيولا إلى التخصصات المختلفة في مناطق الخلايا المهيمنة لتكوين نسيج أو آخر من الأنسجة الكبيرة في الجنين المتأخر والحيوان اليافع . ولا تظهر في بعض الحالات الاختلافات الحقيقية بسهولة ولكن من الممكن معرفة مستقبل كل منطقة بواسطة (على سبيل المثال) تكوين الخلايا في البلاستيولا ، ثم تتبع هذه المناطق الملونة في الأطوار المتأخرة من النمو . ونتيجة لهذه الملاحظات والتجارب وجد في عدد كبير من أنواع الحبيليات أن مستقبل مناطق الخلايا المختلفة من الممكن تحديده في طور البلاستيولا . ومن الممكن أيضاً رسم خرائط لمصر مناطق البلاستيولا ، وكثير من هذه الخرائط مبين هنا (شكل ١٥٧ - ح) .

وتبدأ الآن سلسلة من التحركات لمناطق خلايا خاصة لتتخذ المكان الذي ستشغله مستقبلاً في الجنين المتأخر أو الحيوان اليافع . والخطوة الكبيرة هي عملية التبطين أو تكوين الجاسترولا ، وهي تحول الكرة ذات الطبقة الواحدة أو القرص في حالة البلاستيولا إلى جنين مبكر ذي طبقتين . طبقة خارجية يشير جزء منها إلى سطح الجلد في الحيوان اليافع وطبقة داخلية سيكون جزء منها بطانة المعى في الحيوان اليافع . أما الفتحة التي تؤدي إلى الداخل فهي ثقب البلاستيولا أو البلاستوبور .

يظهر التبطين في السهم كانه عملية بسيطة تقتصر على انثناء الكرة الى نصف كرة تتكون من طبقتين ، جلد في الخارج وتجوف المي في الداخل (شكل ٥٢) . اما في الحيوانات البعيدة البدائية مثل الجوفعمويات فان هذا الوضع في الجنين هو الوضع الصحيح ، فكل خلايا نصف الكرة الحيوانية التي تكون السطح الخارجى لجاسترولا الجوفعمويات تكون الاكتودرم أو الطبقة الجرثومية الخارجية في الجنين المتأخر والحيوان البالغ . في حين تكون الخلايا الداخلية الاندودرم أو الطبقة الجرثومية الداخلية التي تكون المي . ومع ذلك فليست عملية التبطين بهذه البساطة في الحبلات ، لان تركيب للجسم فيها معقد . فمواد الجسم في كاس الجوفعمويات البسيط قد لا تكون في الحبلات أكثر من الطبقة السطحية من الجلد والبطانة الداخلية للقناة الهضمية وملحقاتها . ويحتاج الامر الى منطقة خاصة من طبقة الاكتودرم العضبي لتكون الجهاز العصبي المعقد . ولا بد من ان تتكون المخامات اللازمة لتكوين الطبقة الثالثة العظمى وهي الميزودرم الذي يكون



شكل ٦٠ - قطاعان طوليان متناهما في جنين طائر في طورين متتابعين يوضحان عملية تكوين الجاسترولا ، ١ - شكل يماثل ذلك الخاص بالقرش المبين في شكل ٥٩ ب ، ولكن الاندودرم هنا يتكون بتفصص الطبقات لا بالالتفاف الى الداخل من الجهة الخلفية ليكون سقف المي الاولى . ب - طور متأخر يماثل المبين في شكل ٥٧ ط . تلفت الخلايا السطحية من الحفرة البدائية في الخلف الى اسفل وإلى الداخل (في مستوى الورقة) كما تلفت جانبيا لتكون الميزودرم المثالي ، وكذلك تنحرك الى الامام لتكون الحبل الظهري (استطالة الرأس) .

الجزء الأكبر من كتلة جسم الحبلية . ويحتاج الجسم في الحبلية أكثر من ذلك الى منطقة وسطى ظهرية من الميزودرم ، وهى الميزودرم الحبلية، يتكون منها الحبل الظهري ، كما ان لها أهمية خاصة في التأثير على تكوين الجهاز العصبى .



شكل ٦١ - قطاع عرضي في الخط البدائي في الطور المبين في شكل ٥٧ ط ، ٦٠ ب ، يلتف الميزودرم كما هو مبين بالاسهم في الوسط والى اسفل في الخط البدائي ، ثم الى الخارج جانبيا على كل من الجانبين . وفى أعلى يتحرك الاكتودرم العصبى المستقبل الى الداخل في اتجاه الخط الوسطى (عن ر . بيليرز ، عن مارشال . وكتاب البيولوجيا والفسيولوجيا المقارنة للطيور - أكاديميك برس) .

وقد وضع اساس هذه المناطق كلها في طور البلاستيولا وتشملها جميعا عملية التبطين (شكل ٥٧ ا و ب) وعندما تبدأ عملية التبطين تكون الخلايا الكبيرة المحيطة عند القطب الخضرى والتي ستصبح الاندودرم طبقة مفلطحة تنثنى الى الداخل عند الحالة البطنية للثقب الجرثومى . وفوق ذلك تنثنى صفيحة من خلايا الميزودرم الحبلية الى الداخل فوق الشفة الظهرية للثقب الجرثومى وتندفع داخليا الى الامام ، كما انها تستطيع في هذه العملية وتعمل على اطالة الجاسترولا عموما الى حد ما . ومع الانثناء الداخلى لهذا النسيج يشغل ما سيكون الاكتودرم العصبى منطقة كبيرة على السطح الظهري امام الثقب الجرثومى . وعلى كل من جانبي الثقب الجرثومى بين الميزودرم الحبلية من اعلى والانودرم من اسفل تنساب كتل خلايا الميزودرم الاصلى الى الداخل والى الامام والى اعلى حيث تضع نفسها على كل من جانبي الميزودرم الحبلية .

وعندما تتم عملية التبطين نجد ان الجنين يكون كرة مستطيلة نوعا ما مع مدخل وحيد يؤدي الى الداخل وهو الثقب الجرثومى الذى يقع في

مؤخرتها والذي أصبح الآن اىل حجما عن ذى قبل ، وعلى السطح الخارجى تكون منطقة الاكتودرم - وهى التى ستكون جلدا مستقبلا - (غطاء العلائى البطنى ، بينما تكون الاكتودرم العصبى المنطقة الظهرية الخلفية . وفى الداخل يشغل الاندودرم منطقة تشبه اساسا منطقة اكتودرم الجلد على السطح الخارجى ، كما توجد على الظهر من الجهة الخلفية منطقة الميزودرم مع الميزودرم الحبلى اللذين يشغلان مكانا ظهريا ووسطيا على طول سقف المعى الاولى .

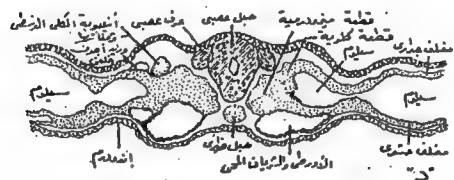
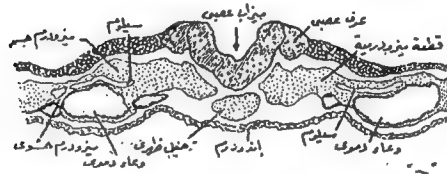
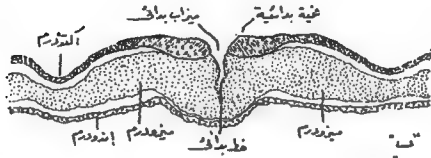
ولو ان ذلك ليس بالضبط جزءا من التبطين الا ان الخطوة الثانية في تكوين الميزودرم ، في السهيم والتي ستوصف في هذا المجال ، هى تكوين الجيوب الميزودرمية (شكلى ٦٥ ، ٦٦) . اما الجزء من الميزودرم الذى يقع على طول الخط الظهرى الوسطى من سقف المعى الاولى فانه يلتف ليكون الحبل الظهرى . وما يتبقى من الميزودرم يلتف الى الخارج على كل جانب ليكون زوجا من الميازيب الطولية . وتنفصل هذه الميازيب ابتداء من الامام مكونة مجموعة عقلية من الجيوب هى القطع الميزودرمية . وكانت تجاوب هذه القطع متصلة اصلا بتجويف المعى الاولى وهى المسئولة عن تكوين السيلوم عندما تخصص جدرانها فيما بعد لتكون الانسجة الميزودرمية ، وعندما تنشأ هذه الجيوب يمتد الاندودرم الى اعلى والى الداخل منها وتحت الحبل الظهرى لتكون بطانة كاملة مستقلة للمعى . وتكوين هذا النوع من الجيوب يقارن الى درجة كبيرة بالمعملية التى تحدث في ديدان البلوط والجلدشوكيات . وهى قاعدة بدائية توحى بالاعتقاد بقراءة الحليات للجلد بشوكيات .

الأنواع متوسطة المبح : (اشكال ٥٧ ج : د ، ٥٨ ، ٦٧ ا : ب)

في مثل هذه الأنواع كالضفادع والبرمائيات الليلية يحدث التبطين بطريقة تشبه الى حد ما ما يحدث في السهيم مع بعض التحورات . تحاول البلاستيولا عند بداية التبطين (هكذا نقول) ان تلف نفسها الى الداخل فيتكون شق سطحي عند نقطة تماثل الشفة الظهرية للثقب الجرثومى في السهيم ، ثم تنساب المواد الى الداخل عند هذه النقطة . ولكن لما كان من المحال طبيعيا . ان تلتف الى الداخل كل كتلة المواد المحيطة في نصف الكرة الخضرى بهسده الطريقة فان التبطين يتم بعد ذلك بالنمو المستمر لشفتى الثقب الجرثومى



١٠



شكل ٦٢ - مقاطع عرضية في أجنة الكتكوت تبين اشكال الامتصاصية في تكوين الميزودرم والانبوبة العصبية. ب - انتشار الميزودرم بكثرة على كل من الجانبين بين الاكتودرم والانودورم، ولكنه لم يتميز بعد (قارن شكل ٦١ ج) - ابتدا السيلوم في الظهور فاصلا الجزء الجانبي من الميزودرم الى جزء خارجي يسمى وجزء داخلي حشوي. انفصل الحبل الظهري عن بقية الميزودرم في الوسط وظهر على كل من جانبي الميزاب العصبى الشنتان والعرقان العصبيان. د - اتصلت الشنتان العصبيتان لتكونا انبوبة هي الحبل الشوكي. انقسم الميزودرم الى قطع وقطع كلوية وجزء جانبي يفصل السيلوم فيه طبقتي الجسم الخارجية والداخلية الى المغلف الجداري والمغلف الحشوي (عن آرى).

والالتفاف الداخلى للمواد السطحية عند هذه الشفاه . ومن ثم يتكون نصف كرة من طبقتين تشبه ببساطة الجاسترولا في السهم . وتختلف مع ذلك الطريقة التى يتكون بها الميزودرم . يقف تكوين الجيوب وبدلا من ذلك يندفع الميزودرم الملف الى الداخل مندفعاً بين الاكتودرم والانودرم كصفحة من الانسجة التى سرعان ما تصل الى الخط الوسطى البطنى ، ولا يظهر التقسيم العقى ولا التجاويف السيلومية الا مؤخراً .

صفائح الخياشيم : (شكل ٥٩) من الواضح ان تكوين الجاسترولا المثالى لا يكون في بلاستيولا النوع الكثير المح والتى هى عبارة عن صفحة مفلطحة من الخلايا وليست كرة ، ومع ذلك فان طريقة تكوين الجاسترولا تشبه اساساً تلك الخاصة بالسهم او أى حيوان برمائي .

فى التطين الطبيعى لا بد وان يكون الحدث الاول هو تكوين الانودرم تحت الاكتودرم . ولا بد ان يتم هذا - جزئياً على الأقل - بالتفاف الخلايا الى الداخل عند شفتى الثقب الجرثومى وخاصة عند الشفة الظهرية . ولكن أين شفتا الثقب الجرثومى فى الصفحة المفلطحة ؟ والاجابة المعقولة هى انهما يقعان عند خانات الصفحة ، ولا بد ان تقع الشفة الظهرية وهى المنطقة الاكثر نشاطاً عند النهاية الخلفية للجنين المتكون . ويقع مركز النشاط فى جنين القرش عند جزء واحد من حافة القرص والتى من الممكن ان يعتبر - دون أى خطأ - انه هو منطقة الشفة الظهرية (شكل ١٧١) ويوجد هنا نمو تراكبى سريع والتفاف الى الداخل للانسجة (شكل ٥٩ ب ، ج) التى تنتشر اماماً وتحت القرص لتحوط الى قرص مفلطح ذو طبقتين مساو للجاسترولا . يقع الجلد الاكتودرمى والاكتودرم المصبى على السطح وتحتهما الانودرم مع الميزودرم الذى يمتد بين الاكتودرم والانودرم كما يحدث فى البرمائيات . ولكن لا تزال هناك اختلافات عن البيض متوسط الملح وذلك للشكل القرصى . فلا يكون الانودرم اولا انبوية معوية كاملة ولكنه ينتشر فوق سطح الملح ، والجنين - هكذا تقول - غير مزور من الجهة البطنية .

الزواحف والطيور : (اشكال ٦٠ ، ٦١ ، ٦٢) البلاستيولا فى الرهيات التى تضع بيضا - الزواحف والطيور - عبارة عن قرص مفلطح يشبه القرص الخاص بالقرش ، ولكن تكوين الجاسترولا هنا اكثر تخصصاً فى

طبيعته . فالالتفاف الداخلى للأندودرم غير موجود هنا . ولكن بدلا من ذلك تتكون هذه الطبقة من الجسم بتفصص الطبقات - انفصال الطبقة الداخلية من الخلايا عن السطح السفلى للقرص الجروثومى (شكل ١٦٠) . اما الميزودرم من جهة أخرى فيلتف الى الداخل من خلال الثقب الجروثومى، ولكن هذا الثقب الجروثومى عبارة من تركيب مختلف كثيرا وهو الخط البدائى . وعند جبران هذا الخط تتحرك هذه الخلايا الى أسفل ثم تمتد جانبيا لتصبح بين الاكتودرم والانودورم (اشكال ٦٠ ب ٦١٠٤ ، ٦٢) . وفى الامام يكون الجزء الوسطى من هذه الخلايا الملتفة الحبل الظهري . وعلى الجانبين تتحرك هذه المواد الى الخارج لتكون العقل وغير ذلك من التراكيب الميزودرمية . وعندما يتم الالتفاف الداخلى للميزودرم يتفصل الخط البدائى ثم يتلاشى ، ويكون الاكتودرم العصبى قد تحرك وسطيا ليشغل مكانه الظهري الوسطى القديم .

التشوهات : (شكل ٦٣ ج) : تكوين الجاسترولا فى الثدييات عملية فريدة . فى الاطوار المتأخرة يصبح جنين الثدييات مشابها فى تركيباته العظمى لأقاربه من الرهليات . ولكن حتى نهاية تكوين الجاسترولا لا يزال الجنين غير مثالى ولم يتخلص بعد (هكذا نقول) من رواسب الماضى . ولا تختلف تفاصيل تكوين الجاسترولا بين مجموعات الثدييات ، وما سيوصف هنا هو ذلك الخاص بالرئيسيات .

وتتكون البلاستيولا كما رأينا من طبقة خارجية من الخلايا التى تتصل بالانسجة الرحمية وكتلة داخلية من الخلايا . وتقع هذه الكتلة الداخلية من الخلايا بين تجويفين من أعلى وأسفل . ويتسع كل من هذين التجويفين ليترا بينهما صفيحة مقلطحة من طبقتين من الخلايا . ويحدد التجويف العلوى الاكتودرم ، ويختص هذا التجويف بالأمينيون ، أما التجويف السفلى فيختص بكيس المح ويحد الانودورم . وهذه التجاويف والمواد التى تحيط بها اجزاء من جهاز افشية الرهليات التى ستوصف فيما بعد . اما الصفيحة ذات الطبقتين من الخلايا وهى التى تقع بين هذين التجويفين فهى القرص الجروثومى ، ومنه سيتكون الجنين فيما بعد . ولما كان السطح السفلى لهذا القرص اندودرميا كان الفصل الاول من تكوين الجاسترولا قد تم . اما بقية العملية فهى تماثل تلك التى رأيناها فى الطيور أو الزواحف ،

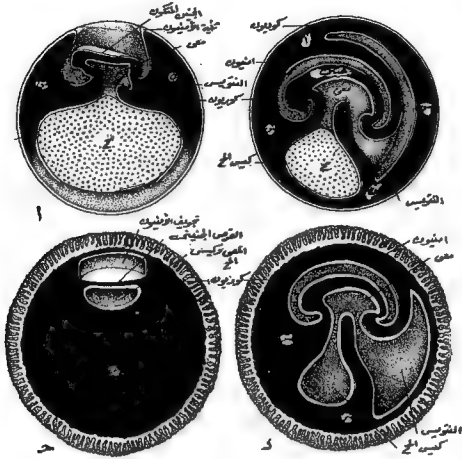
وهي تكوين خط بدائي ثم التغاف المواد الميزودرمية عند حافتيه (شكل ١٧٣ ص) .

الانبوبة العصبية وتكوين الميزودرم

الانبوبة العصبية : يتبع انتهاء تكوين الجاسترولا مع وضع أنسجة الجسم الرئيسية في أماكنها المناسبة بعضها بجوار بعض الأطوار الأولى في تكوين الأعضاء ، ويصبح الجنين عندئذ في مرحلة تسمى نيوروبلا . ويظهر بوضوح على السطح الظهري تكوين الانبوبة العصبية وهي التي تاتر تكوينها بوجود الحبل الظهري تحتها .

في السهم يشغل الاكتودرم العصبى منطقة كبيرة بيضاوية على السطح العلوى الظهري للجاسترولا (شكل ٥٢ هـ ، و) . ثم تلتف الحافات الجانبية لهذه المنطقة الى أعلى ؛ في السهم (وليس في الفقاريات الحقيقية) ينفصل اكتودرم الجلد من الاكتودرم العصبى بتكوين الثنيات . تنمو حافتا الاكتودرم على كلا الجانبين وسطيا فوق المنطقة العصبية وتتقابلان أخيراً لتكونا طبقة كاملة من الجلد فوق قمة الحيوان . وفي نفس الوقت تلتف الى أعلى الحافتان الجانبيتان للاكتودرم العصبى ، ثم تتقابلان حيث تكونان بذلك الانبوبة العصبية (شكل ٦٥) . وتبقى النهاية الأمامية مفتوحة لبعض الوقت مكونة ما يسمى بالثقب العصبى . والوضع عجيب في الخلف ، فهاتان الثنيتان العصبيتان اللتان تغفلان فوق الثقب الجرثومى تتركان النهاية الخلفية للمعى على اتصال بتجويف الانبوبة العصبية عن طريق القناة المعوية العصبية (شكل ٦٦) . وفي التكوين المتأخر عندما يكون الذيل ثقيل هذه القناة .

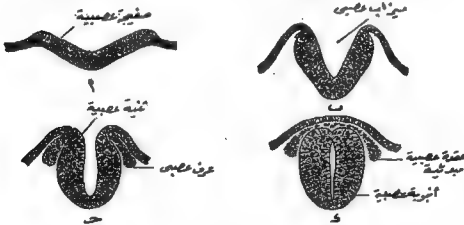
تظهر معظم الفقاريات نوعاً من تكوين الانبوبة العصبية يختلف عن ذلك الخاص بالسهم ، وذلك لأن الثنيات العصبية لا تنفصل تماماً عن الاكتودرم الاصلى ولو أنها تصل أخيراً الى نتيجة متشابهة (اشكال ٦٢ جـ ، د ، ٦٤ ، ٧٠ ، ٧٢ جـ) . وتكون الثنيات في أثناء عملية الالتفاف أعرافاً عصبية علياً على كل جانب ، وتقطع منها كتل من الخلايا الى الداخل . وتكون بعض هذه الخلايا تراكيب عصبية والبعض الآخر له تاريخ مختلف كما هو مبين بالفصل الآتية ، وتنشأ أيضاً عناصر الأجهزة العصبية المستقبلية



شكل ٦٣ - ١ ، ب تكوين الأغشية الجنينية في الطيور والزواحف
 النهاية الأمامية إلى اليسار - ١ - طور مبكر . ارتفع الجنين إلى حد ما
 من المح ولكن تجويف المغشاة الحقيقية وكيس المح متصلان اتصالاً متسعاً ،
 وكيس المح غير تام التكوين . ثنية الأمنيون والكوريون غير تامتي التكوين .
 اللنتويس واضح . ب - طور متأخر والأغشية الجنينية متكونة وقد قل
 المح جزئياً . ج ، د - أشكال مشابهة للتكوين في نوع من الثدييات كما ترى
 في الرئيسيات . ج - طور بعد البلاستولا المبينة في شكل ٥٦ هـ . تنفصل
 كتلة الخلايا الداخلية من الجهة البطنية لتكون تجويف المغشاة - ويشمل هذا
 الجزء الأكبر من تكوين الجاسترولا - كما تنفصل ظهرياً لتكون تجويف
 الأمنيون . ويكون الجنين بين هذين التجويفين قرصاً يتكون فيه الخط
 البدائي كما في الطيور والزواحف . ظهر الميزودرم فعلاً . وكذلك الخمائيل
 الكوريونية التي تؤدي إلى الاتصال مع جدار الرحم المحيط بالجنين . د -
 طور متأخر في التكوين في الثدييات يماثل ب - س - تجويف السيلوم .

والتراكيب الحسية كصفائح - تفلطات في الاكتودرم الجنينى على جانبى منطقة الأنبوبة العصبية التى تفصل نفسها عن السطح السفلى للجلد مستقبلا .

تكوين الميزودرم : يكون الميزودرم الجزء الأكبر من كتلة الجسم . وباستثناء المخ والنخاع الشوكى فان ما يكونه الاكتودرم لا يزيد عن الجزء السطحى من الجلد . وباستثناء كتلة أنسجة الكبد والبنكرياس فان ما يكونه الاندودرم لا يمدو شريطا رفيعا من ألبطانة الطلائية للمعى . وكل ما فى الجسم عمليا ينشأ من الميزودرم - العضلات والنسيج الضام والأنسجة الهيكلية والدورية والبولية والتناسلية . وإذا قارنا ذلك بمنزل فان الاكتودرم يمثل الطلاء الخارجى وجهاز الأسلاك ، فى حين يمثل الاندودرم طلاء الأرض وورق الحائط وربما موقد المطبخ . اما ما يتبقى بعد ذلك من هيكل ورصاص وتغليف حتى الواح الأرض والأعشاب والطلاء فتعملش بمستقات الميزودرم .

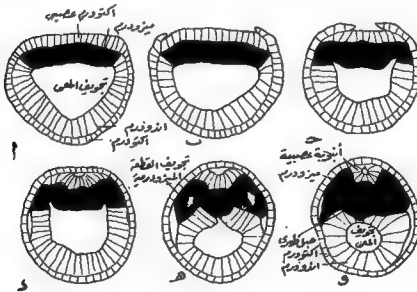


شكل ٦٤ - تكوين الأنبوبة العصبية والعرف العصبى كما ترى فى حيوان فقارى مثالى (ثديى) . مجموعة من القطاعات العرضية فى اطوار جنينية متتابعة (عن آرى) .

يوصف الحبل الظهرى احيانا كتكوين مستقل منفصل عن الطبقات الجرثومية الكبرى . ويعتبر الميزودرم الحبلى هنا جزءا من الميزودرم ، ولكنه سيصبح فى طور مبكر جدا كشرط طویل واضح من الخلايا يقع على طول

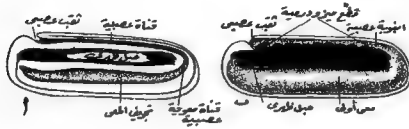
سقف المي الأولى . وسرعان ما يلتف هذا في القطاع ليصل الى ما يميزه كاسطوانة مستديرة طويلة (اشكال ٦٢ ج ، د ، ٦٥ ج - و ، ٦٦ ، ٦٩) ويتضائل الحبل الظهري في الفقاريات العليا او قد لا يوجد مطلقا في الحيوانات اليافئة ولكنه يبقى واضحا في كل حالة لمدة اثناء النمو الجنيني . وتتضح اهميته الاولى في ان وجوده هو العامل الذي يؤثر في الانسجة التي فوقه لتكون الأنبوبة العصبية .

ويكون الميزودرم في السهيم بخلاف الحبل الظهري - وكما قد وصف من قبل - سلسلة من القطع الزوجية يحتوى كل منها على تجويف سيلومي (شكلي ٦٥ ، ٦٦) . ويختلف هذا النظام في الفقاريات الحقيقية اختلافا بنا : فلا ينقسم الميزودرم اولا الى قطع ميزودرمية ، ولا يكون اى تجويف سيلومي ، ويندفع الميزودرم على كل جانب كطبقة صماء ، وينمو الميزودرم في البيض متوسط الملح على كل جانب كنصف اسطوانة متبعا تقوس الجسم الى اسفل ثم الى الداخل في الخط الوسطى البطني (اشكال ٥٨ ، ٦٧ ا ، ب ، ٦٩) . وينتشر الميزودرم في انواع البيض كثير المح في الثدييات



شكل ٦٥ - مجموعة من القطاعات العرضية تبين تكوين الجيوب الميزودرمية والأنبوبة العصبية في السهيم (القطاعين هـ ، وتخطيطين الى درجة ما حيث ان القطع على كلا الجانبين متبادلة في الوضع) (عن سيرفونتين)

على الجانبين في القرص الجنيني المقطع (شكل ٦٢ ، ب) ويستمر في الرحلات الى الخارج داخل الأغشية الجنينية الزائدة ، وفي الأطوار المتأخرة فقط يكون الجنين سطحا سفليا يسمح لطبقتي الميزودرم الجانبيتين في الالتقاء بطنيا .



شكل ٦٦ - اجنة السهم في طور تكونت فيه الأنبوبة العصبية وتميل الميزودرم ١ - قطاع طولى عمودى ب - منظر طولى بعد ازالة الجلد الاكتودرمى ولكن التراكيب الداخلية تركت كما هي (من سيرفونتين وكونكلين) .

ويظهر هنا في كل الفقاريات تخصص الميزودرم من الخط الوسطى الظهري الى اقسام ثلاثة يمتد كل منها على طول الجذع . فتلى الأنبوبة العصبية والحبل الظهري كتل سميككة من الميزودرم تكون على كل من الجانبين سلسلة من القطع الميزودرمية (اشكال ٦٢ ج ، د ، ٦٧ ج ، ٧٢ ج ، د ، ٧٣ ج) تشبه تلك القطع الخاصة بالسهم . وهذا هو اول ما يمشى الى التعقيل الصحيح في جسم الفقاريات ، ويظهر أن ما يرى من تعقيل في الاعضاء الاخرى للفقاريات هو نتيجة لتأثير القطع الميزودرمية وذلك بخلافه ما ينتج مستقبلا من الترتيب التسلسلى في مكونات الغياشيم .

وسرمان ما يظهر التميز داخل كل قطعة (شكل ٦٨) اذ تنفص الخلايا عند الركن الوسطى البطنى مكونة منطقة من نسيج جتىنى من ذلك النوع المسمى ميزونيم ، وهو يمتد حول الحبل العصبى والحبل الظهري مكونا كثيرا من تركيب الهيكل المحورى . ونتيجة لهذا فان الجزء من القطع الميزودرمية المقصود هنا يسمى بالقطعة الهيكلية . وبالمثل تتلاشى الطبقة

الخارجية من القطعة ، ويظهر أن خلاياها تأخذ دورا في تكوين النسيج الضام للجلد ومن ثم تسمى بالقطعة الأدمية ، وما يتبقى من القطعة الميزودرمية بعد فقد هاتين المنطقتين يسمى القطعة العضلية وهي التي تتميز لتكون العضلات المحورية .

وفي الجهة البطنية أو الجانبية للقطع الميزودرمية توجد منطقة من الميزودرم ضيقة نوعا ما تكون النسيج الكلوي وهو النسيج الذي ستكون منه الأنابيب الكلوية وقنواتها ، وكذلك الأنسجة العميقة من المناسل . وقد تكون هذه المنطقة كشرط طولى غير متقطع ولكنه يكون في بعض الحالات سلسلة من التراكيب الصغيرة العقلية هي القطع الكلوية (أشكال ٦٢ د ، ٦٧ ج ، ٦٩)

وتمتد بطنيا أو جانبيا تبعا لطريقة النمو وخلف منطقة تكوين الكلى قطعة كبيرة من الميزودرم هي الصفیحة الجانبية (شكل ٦٧ ج) . ولا تنقسم هذه الى عقل (ما عدا في دائريات الفم) . وهي في البداية عبارة عن قطعة صماء من النسيج . ولكنها تنشق أخيرا ويتكون بداخلها التجويف السيلومي الذي يحيط بمعظم الأحشاء في الحياة اليافعة (شكل ٦٢ ج ، د) . ويسمى الميزودرم الخارجى بالإضافة الى الأكتودرم المجاور بالمخلف الجدارى ، أما طبقة الميزودرم الداخلية بالإضافة الى الأندودرم فتسمى بالمخلف الحشوى .

وتظهر في أثناء كثير من النمو الجنينى بين الطلائيات وكتل أنسجة الأعضاء الكبرى مسافات فارغة نسبيا يملأها نسائل . وتنتشر في هذه المسافات شبكة متشعبة من خلايا نجمية الشكل تكون الميزنكيم وهو النسيج الضام الجنينى . ويتكون الكثير من هذه الخلايا بتفصص القطع الجسمية ، ولكن تضاف اليها أيضا زيادات من الصفیحة الجانبية . وأصل هاتين الطبقتين ميزودرمى . ومن ثم كان إنتاج الميزنكيم من خصائص الطبقة الجرثومية . ولكن الأكتودرم - كما هو مبين فيما بعد - وكذلك الأندودرم أيضا ينتجان أنسجة من هذا النوع ، وذلك لان إنتاج الميزنكيم لا يقتصر على منطقة واحدة أو طبقة جرثومية واحدة .

الميزنكيم هو أكثر الأنسجة تعددا في نشاطه ، فهو لا يعطى في الحيوان اليافع النسيج الضام فحسب ولكنه يعطى أيضا الهيكل الصلب وكل الجهاز الدورى وحتى الكثير من الجهاز العضلى .

شكل الجسم والأغشية الجنينية

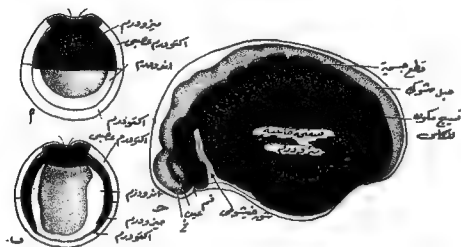
السهم والفقاريات الدنيا : بالوصول الى طور النيورولا الذى وصف من قبل يكون الجنين قد استقرت به الاسس الهامة في تكوين أجهزة الاعضاء الكبرى ، وستتكمّل عن تاريخها المستقبل في فصول آتية . ونتيجة لذلك سوف لا نستعرض هنا في أية تفاصيل عن تكوين الجنين بعد ذلك ، ولكننا سنصف فقط بطريقة مختصرة الوصول التدريجى الى شكل الجسم الواضح وطبيعة الأغشية الجنينية الهامة في النمو الجنينى للبيض كثير المح .

وجنين السهم في طور النيورولا له شكل اسطوانى قصير . وبقية القصة - كما تبدو ظاهريا - هي استطالة الجسم وخاصة بنمو الذيل من الجهة الخلفية حيث تمتد فيه القناة العصبية والجل الظهرى كما يستمر فيه تكوين القطع الميزودرمية ، في حين يتكون الفم والخيائيم المعقّدة التركيب في الجزء الامامى .

وكذلك تشبه النيورولا في انواع البيض متوسط المح كتلة كروية مع تكوين سريع للجهاز العصبى في الجهة الظهرية بينما يبرز البطن مع المح من الجهة البطنية . وبنمو المح تتكون معظم منطقة الرأس ، ومن الخلف يتكون معظم الذيل كما يحدث في السهم . ولا تصبح النيورولا طويلة قبل ان يتم تكوين شكل الجسم في صورة تشبه شكل الحيوان اليافع (شكل ٧٠)

وفي الأسماك الشبيهة بالقرش (شكل ٧١) ليست النيورولا الا صفيحة تشبه الفطيرة تقع فوق قمة كتلة من المح مع وجود خط وسطى تميزه الانبوبة العصبية المتكونة . وترتفع النهاية الامامية للجسم عن الصفيحة بنمو المح كما تفعل أيضا النهاية الخلفية مع تكوين الذيل . ويبدا الجسم ينزع نفسه من اسفل عن المح الذى لا يزال متصلا به بساقى تحسوى على امتداد من تجويف المى . ويستمر الاندودرم في النمو بسرعة في نفس الوقت : مغطى خارجيا بطبقة رقيقة من الاكسودرم والميزودرم (فوق سطح المح

الزواحف والطيور : يضع الطائر أو الزاحف بيضه على الأرض، ولهذا تحتاج هذه الرهليات الى تكيف للحياة الجنينية في الوسط الهوائي اكثر من ذلك المطلوب في الوسط المائي . وبالإضافة الى الفترة الواقية تكون سلسلة من الأغشية التي تقدم للجنين الحماية وتساعد في نشاطه الأضي .

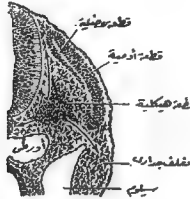


١٠٠ ب عن همام بن حمر . ج - عن أولمان .

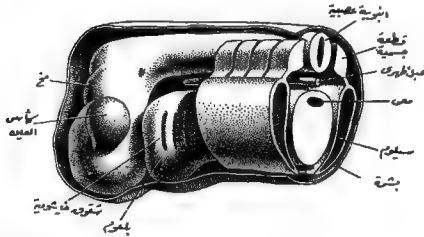
(شكل ٦٣ ، ب) يتكون كيس مخ يشبه كثيرا السكيس الخاص بالقرش . ولكن قبل أن يكتمل نمو هذا الكيس تنشأ أغشية جنينية أخرى تتكون من كل من الاكتودرم والاندودرم تدمجها أنسجة ميزودرمية . فتنمو نويات من الاكتودرم الى اعلى لتكون كيسا مغلقا يملؤه سائل ، ويسمى هذا الكيس بالأمنيون . وينمو الجنين داخل هذا الكيس في صورة مصفرة لتلك البركة التي كان ينمو فيها اسلافه . وتمتد هذه الطبقة الخارجية من الاكتودرم لتضم كل التراكيب الجنينية في غشاء واحد هو الكوريون . ويتكون اخيرا غشاء ثالث جديد يظهر في هذه المرة كنمو من الاندودرم بالقرب من النهاية الخلفية للقناة المعوية ، وسرعان ما يمتد هذا الغشاء ليكون كيسا كبيرا هو الألتوتيس . ويعمل تجويف الألتوتيس كمثانة جنينية ، ولكن أهم من ذلك بكثير أنه يقوم بوظيفة عضو تنفسي . ويعمل الغشاءان الكوريوني والألتوتيسي كسطح رئة لتبادل الغازات مع الهواء الجوي عن طريق القشرة المسامية . وساق الألتوتيس مزودة بأوعية دموية كثيرة تساعد في تادبة هذه الوظيفة التنفسية . ويتكون هذه الأغشية بتخذ الجنين شكلا ، وينمو داخل هذا التجويف المتمدد للأمينيون (شكل ٦٣، ب، ٧٢، ج، د،

الثدييات (اشكال ٦٣ ج ، د ، ٧٣ ، ٧٤) : لقد اشرنا في التكوين المبكر للرئيسيات العليا كمثال للثدييات الى حلقة خارجية من الخلايا هي الطبقة الاكالة ، ثم ما يتكون بعد ذلك بقليل من تجويفين تبطنهما طبقة طلائية اعلى واسفل القوس الجرثومي الذي سيتكون منه الجنين . ولا تغلف هذه الاغشية بانسجة ميزودرمية الا متاخرا وبعد مضي بعض الوقت ، وفيما عدا ذلك فهي تساوى تماما الكوريون والأمينيون وكيس المح على التوالي . ويتكون الأمينيون وكيس المح كما يتكون في الزواحف والطيور تماما ، الا أن كيس المح هنا في الحقيقة لا يحتوي على مح ، ويتكون العضو الأخير من سلسلة الأغشية الرهلية وهو الألتوتيس متاخرا بعض الوقت من النهاية الخلفية للمعى ليقع تحت الكوريون . ومع نمو الجنين وتمدد التجويف الأمينيوني حوله يصبح كيس المح وساق الألتوتيس متصلين فقط مع الجسم بمكونات حبل سري رفيع .

والفرق الكبير بين حيوان ثديي مشيمي وأقربائه من الرهليات هو تكوين المشيمة التي تحل محل الرئة الجنينية في الزواحف والطيور . وكما



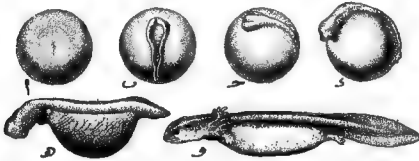
شكل ٦٨ - نصف قطاع في جنين ثديي بين انقسام القطع الميزودرمية الى قطعة عضلية وقطعة ادمية وقطعة هيكلية . وتبين الاسهم اتجاه نمو الميزنكيم من القطع الهيكلية لتكون الفقرات والضلوع . الحبل الظهري الصغير موجود فوقى الاورطى . وهناك أيضا جزء من جدار المي تحت هذا الوعاء الكبير (من آرى) .



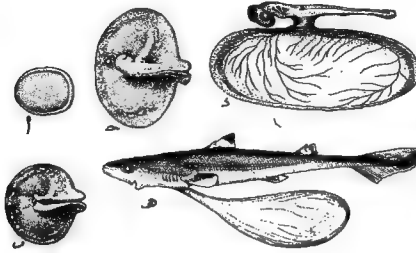
شكل ٦٩ - شكل مجسم لجنين (خاصة من النوع متوسط المخ) بعد التميز الجزئى لمكونات الميزودرم والجهاز العصبى . (عن وادينجتون - أساسيات علم الأجنة) .

هي الحال في تلك المجاميع يلتحم السطح الخارجى للالنتويس مع الكوريون . وساق الالنتويس مزودا بكثير من الأوعية الدموية . ومع ذلك فالمواد التي تحملها هذه الأوعية ليست أوكسيجيننا فقط ولكن هي كل الامداد الغذائى الخاص بالجنين . ويتصل السطح الخارجى للكوريون اتصالا وثيقا بالنسجة الجدر الرحمية ، ويتم هذا عادة باستطالات تشبه الأصابع (الخمائل) . وفي هذه الأنسجة المشيمية المتحدة يتم تبادل المواد بين الأوعية الدموية المتجاورة تماما في كل من الأم والجنين .

البرقات : يتم التكوين بسرعة في الفقاريات ذات المح الكثير حتى تصل الى تركيب الحيوان اليافع ، ولا بد ان يكون الصغير عند الولادة صورة واضحة المعالم مصفرة تشبه الاصل اليافع . وسرعان ما تصبح له القدرة على ان يعيش كما يعيش ابواه . وليست الحال هكذا في كثير من الفقاريات الدنيا التي تعيش في الماء والتي يكون فيها الامداد المحى محدودا مثل الجلكى وكثير من الأسماك العظمية والبرمائيات . وتعرض الصغار للهلاك عند الفقس لدقة حجمها ، وقد لا تكون لها القدرة على ان تتغذى كما يتغذى ابواها . وبما لذلك يوجد غالبا طور يرعى محشور في تاريخ الحياة يعيش فيه الحيوان الصغير معيشة تختلف تماما عن معيشة الحيوان اليافع ، وقد



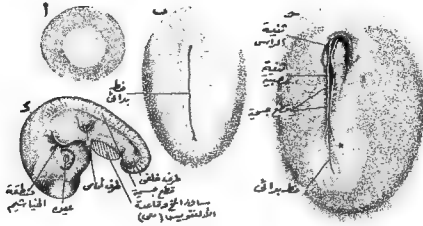
شكل ٧٠ - تكوين شكل الجسم في نوع من البيض متوسط المح - البرمائى الدبلى نيكورس . ١ - جاسترولا متأخرة كما ترى من اعلى . نهاية الرأس اعلى . ب - تكوين الثنيات العصبية . ج - منظر من الجانب الايسر . تكونت الانبوبة العصبية والمخ بارز الى اعلى فوق كيس ممتلئ جزئيا بالمح ، د - الرأس والجذع بأخذان شكليهما ظهريا . هـ ، د خطوات في تضائل المح الذى يملأ الكيس البطنى واتخاذ الشكل الطبيعى . تظهر الخياشيم الخارجية والعين في هـ وتظهر الاطراف في و



شكل ٧١ - تكوين شكل الجسم في القرش . ١ - ج منظر ظهري للقرص الخلوي الذي سيتكون منه الجنين ، الملح الموجود تحت هذا القرص مسحوف في هذه الأشكال . ١ - القرص الجنيني عند تكوين الجاسترولا . يلتف الاندودرم الى أسفل عند الحافات الخلفية والجانبية السمكية (قارن بشكل ٥٩ ب) . ب يكبر القرص وتتكون الثنيتان العصبيتان على **السطح العلوي** . ج - تقفل الثنيتان العصبيتان الا عند النهاية الخلفية النامية . يرتفع جسم الجنين عن الملح . الرأس والقطع الميزودرمية مرئية د - تكون تماما كيس الملح ويتصل الجنين به بساق . العينان والثقوق الخيشومية واضحة . هـ - تكون الشكل الطبيعي تقريبا باستثناء ما يتبقى من كيس الملح الصغير (عن زيجر ودين) .

تكون له بعض التراكيب الخاصة لتلائم هذه المعيشة ، وابو ذنبية الضفدعة وريقة الاموسيتس امثلة شائعة لهذا . وتتلاشى الصفات الرقية مع النمو ، وتظهر الصفات والتراكيب الباقية - عملية التحور .

التجدد : قد فرضنا في المقاطع السابقة استنتاجا أن الاعضاء والاجهزة عندما تكون مرة تبقى ثابتة على الدوام الى حد ما . ولكن هذا بوجه عام ابعد عن الحقيقة حتى في الظروف الطبيعية - فالتراكيب مثل الشعر والريش وخلايا البشرة بالجلد وخلايا الدم على سبيل المثال تفقد أو تستهلك ثم تستبدل ، ومن ثم فان عمليات النمو لبعض التراكيب قد نسهم حول

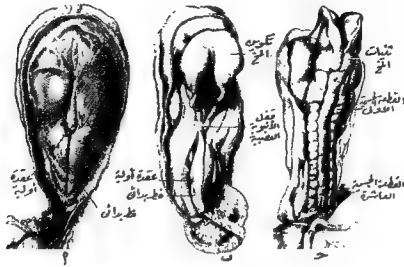


شكل ٧٢ - بعض الأطوار في تكوين الرهليات كما ترى في الزواحف والطيور . أ - قرص جرثومي صغير يقع على السطح العلوي للمح . ب - تكوين الخط البدائي واستطالة القرص الجرثومي (قارن أشكال ٥٧ ط ، ٦٠ ب ، ٦١ ، ٦٢) . ج - يكبر الجنين ليفي جزء أكبر من المح . ترتفع منطقة الرأس عن سطح المح ، تظهر الشنتان العصبيتان والقطع الجسمية . الخط البدائي الآن أصغر نسبيا ولا يزال نشطا في تكوين الجزء الخلفي للجسم . د - منظر جانبي في طور متأخر للدرجة عظمية يقارن بشكل ٦٣ ب ، . ينفصل الجنين عن المح إلا من ساق (مقطوعة) . تكون الكثير من تراكيب الرأس والجسم وظهرت براعم الأطراف (ب ، د عن هيتنر) .

الحياة . وأبعد من ذلك لو أن حادثا أو مرضا أطف بعض الأنسجة : فلكل حيوان فقارى القدرة على التعويض ، حتى الثدييات التي لا تلاحظ فيها هذه الظاهرة قد تتجدد مساحات كبيرة من الجلد : وقد تنمو مرة ثانية خلايا الكبد المتألفة ، ومن الناحية الأخرى نجد للبرمائيات ذوات الذيل قدرات خارقة في التجدد ، فقد ينمو طرف كامل بكل تفاصيله مما يتبقى بالجسم من العضو المقطوع .

ميكانيكية النمو

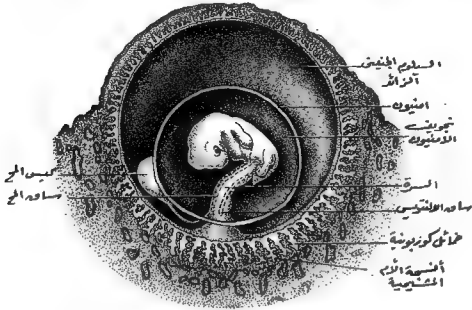
اعطينا في الأجزاء المتقدمة من هذا الفصل وصفا لسلسلة من الحوادث التي تحدث أثناء تكوين حيوان فقارى بالترتيب ولكننا تكلمنا قليلا عن « لماذا ؟ » فيما يختص بهذه العمليات . والإجابة عن هذا السؤال هي أهم



شكل ٧٣ - سلسلة من الأجنة المبكرة للإنسان تبين أطوارا في تكوين الثدييات . كل الأشكال الثلاثة مناظر ظهرية للجنين . بعد إزالة الأغشية الجنينية . ١ - طور الخط البدائي الذي يشبه ما في شكل ٧٢ ب - لطائر أو زرافة . ب - طور متأخر لا يزال الخط التوليقي فيه نشيطا من الخلف، ولكن الأنبوبة العصبية أكثر تكوينا من الأمام . ويشبه هذا الطور شكل ٧١ ج - الخاص بالقرش ولكنه ليس متقدما تماما كما هي الحال في شكل ٧٢ ج - الخاص بالطائر . ج - طور أكثر تقدما . الأنبوبة العصبية تكاد تكون مغلقة تماما وتكوين القطع الميزودرمية أكثر تقدما . (من هيسر، ويست وكورنر) .

الموضوعات التي تشغل بال علماء الأجنة هذه الأيام . تكوين الفرد من بيضة تبدو بسيطة في ظاهرها إلى حيوان يافع معقد معجزة أصبحت شائعة لدرجة أننا نعتبرها شيئا عاديا . وعندما يحدث حادث في هذه العملية المنظمة جدا نميل إلى حل هذا اللغز أو نشغل أنفسنا بما يحدث من نمو شاذ . وقد نتعجب بالآخرى من أن عملية التكوين تتم عادة بمقدرة تلتفت النظر . ولا تزال ميكانيكية النمو في معظم الحالات سرا من الأسرار ، كما أن حل المشكلات الكيميائية والطبيعية التي تحدث أثناء هذه العمليات هي المهمة الرئيسية لعلم الأجنة الحديث .

وللبينة كما يظهر تأثير كبير في سمر التكوين الذي يتم داخليا في البالغ . ومن الممكن أن تعتبر العوامل الوراثية التي تحملها الكروموسومات هي المسؤولة أساسا عن نظام التكوين - وخاصة تلك الآتية من الأم ، لأن تلك



شكل ٧٤ - شكل تخطيطي يبين تكوين جنين من الرئيسيات داخل أغشية . والطور المبين هو من الأطوار التي يكون فيها الجنين متقدما تكوينا ولكنه لا يزال صغير الحجم .

التي تأتي من الأب والتي تدخل مع الحيوان المنوي فيظهر أنها تؤثر فقط ، مرحلة متأخرة نسبيا في التكوين . لأن الببضة - حتى قبل دخول الحيوان المنوي - « منطلة » طبيعيا لبعض العمليات ، وهي مسعدة عندما يحفرها دخول الحيوان المنوي إلى السر في اتجاه هدف محدود .

وعندما يبدأ انقسام الخلية ويستمر تظهر الاختلافات المنطقية (نسبة إلى المنطقة) البيض منظما ومحددا في مرحلة مبكرة جدا في بعض محاميع الألفقاريات حتى أنه عند الانقسام أو قبله تكون كل خلية مهيأة لتكوين جزء محدد من الحيوان النافع ولا تعطى شيئا آخر . التنظيم المبكر أقل تحديدا في الفقاريات ، ومع ذلك فكل خلية جنينية أو منطقة تفقد قدراتها الكثيرة المشتملة عاجلا أو آجلا ، وتزداد قدراتها تحديدا في مجال أضيق وأضيق من الامكانيات . ويستطيع الإنسان أن يعيز مناطق البلاستيولا التي تصبح في الظروف العادية طبقات جرمومية خاصة أو أعضاء كبيرة في الحيوان النافع (شكل ٥٧) إلا أن هذه الخلايا المقصودة ليست محددة القدرات في ذلك الوقت . وعلى سبيل المثال إذا استعملنا في طور البلاستيولا لحيوان برمائي ذلي مبادلة قطعة من الأنسجة التي ستعطى جلدا مستقبلا بقطعة

من الأنسجة التي تستعمل في الجبل العصبى مستقبلا فان الأنسجة المزروعة لها القدرة على متابعة نفس مصير المكان الذي زرعت فيه . وبخلاف الأمر عند نهاية الجاسترولا ، فان هاتين القطعتين تكونان محدثي المصير بلا نقص أو رجوع . وتبقى قطعة اكتودرم الجلد كما هي اذا زرعت في منطفة الأنبوبة العصبية ، ونمو نسيج الأنبوبة العصبية كانبوبة عصبية اذا زرع في منطفة الجلد . كما لو أن كل خلية مرت بسلسلة من الطرق المتفرعة ، وعند كل تفرع لا بد وأن تأخذ طريقا أو آخر . وفي طريقها الى أهدافها المستقبلية الممكنة تصبح أكثر وأكثر تحديدا .

ويظهر أن الاستمرار في التحديد يتأثر بمؤثرات مختلفة . فقد تتأثر الخلايا بمكانها الطبوغرافى في « الحقل » الذى تحدث فيه عمليات خاصة ، أو قد يتأثر التمييز فيها بما يجاورها من أنسجة أو تركيب . وعلى سبيل المثال يتأثر تكوين الأنبوبة العصبية بما يوجد تحتها من ميزودرم حبلى . ويعتمد تكوين عدسة العين في مرحلة متأخرة من التكوين على وجود الحويصلة البصرية في بعض الحالات (قارن الفصل ١٥) . وقد تتأثر القدرة على الاستجابة لمثل هذه المؤثرات الكيميائية أو الطبيعية بالدرجة التى وصلت اليها الخلايا أو النسيج المقصود من التخصص الهيستولوجى أو الكيماوى . وقد تكون التغيرات التى تحدث نتيجة لهذا التأثير تفسيرات هستولوجية إبداع للخلايا المعنية أو تخصصا منطقيا لأنسجة خاصة أو تكوين تراكيب عضو خاص .

نشأة الفرد ونشأة النوع

بالاظر في الأيام الأولى للدراسة الجنينية أن الحيوانات تختلف كثيرا كحيوانات يافعة ولكنها تتشابه في المظهر والتركيب كاجنة ، وأن جنين الحيوان الفقارى الأعلى غالبا ما يحتوى على صفات تشبه تلك التى ترى في الحيوانات اليافعة للمجموعات الأدنى . ومن هذه الملاحظات ظهرت فكرة قانون « استعادة الحياة » الذى يقول أن تكوين الفرد - نشأة الفرد - يعيد تاريخ السلالة - نشأة النوع - أى أن الحيوان فى تكوينه يصعد شجرة عائلته بظهور أطوار جنينية متتابعة تمثل الأطوار البالغة لأنواع الأسلاف .

واستمر هذا القانون عشرات من السنين دافعا هاما للدراسة الجنينية ولدراسة التماثل فى التركيب . وقد أظهرت اعتبارات إبداع من ذلك أنه يمثل

نصف الحقيقة . ويشبه الجنين الثديي في طور مبكر السمكة في بعض الصفات كوجود خياشيم ظاهرة مثلا تتضائل بعد ذلك أو تتلاشى . ولكنه في الحقيقة قليل الشبه بالسمكة اليافعة لأن الجيوب الخيشومية لا تفتح على السطح ولا تكون أغشية خيشومية . ولكن الثدييات تشبه جنين السمكة لا السمكة البالغة . ويميل التكوين لأن يكون عملية محافظة ، ولكي يتخلص من تاريخه القديم يلجأ الى محاولات وطرق حقيقية تكون نتيجتها عادة الفشل والموت . ونتيجة لذلك قد يتبع حيوان ما في تكوينه نفس الطريق الذي سلكه أسلافه ولكنه قد ينحرف عند للنهاية فقط ليصل الى الحالة اليافعة المختلفة تماما من الهدف الأصلي . ويعيد تكوين الفرد أطوارا عديدة هامة في نظام تكوين الأسلاف . وهو يستعيد لها في أثناء تكوينه ، وخاصة اذا كانت مفيدة له تركيبيا أو وظيفيا أثناء النمو .

ولا بد أن نتذكر مع ذلك أن الأجنة واليرقات وكذلك الحيوانات اليافعة لا بد وأن تتكيف لتلائم الوسط الذي تعيش فيه ، وبما لذلك فكثير من التراكيب التي لا توجد في أطوار النمو قد لا تكون موجودة على الإطلاق في أي سلف يافع . فمثلا لا يجر سلف القرش أو سلف أي حيوان زهلي، تحت جسمه كيسا للمح كذلك الموجود في الجنين ، وكذلك من غير المحتمل أن الخياشيم الريشية الخارجية ليرقة السلمندر كانت موجودة في أي سلف يافع من الأسماك على الإطلاق .

وأخيرا بالرغم من الطبيعة المحافظة العامة لعمليات التكوين قد توجد تحورات واضحة في الأحداث الجنينية المتتابعة التي قد تكون لها صلة بالاحتياجات المشكلة القوية في الحياة الجنينية . وكمثال واضح لهذا طريقة تكوين الأغشية الجنينية في الثدييات . فطريقة تكوينها في الأسلاف تشبه بالتأكيد ما هو موجود في الزواحف والطيور . وتصل الثدييات الى نفس النتائج الأخيرة ولكنها غيرت نظام تكوينها لاحتياجها السريع الى تكوين المشيمة .

الطبقات الجروومية

كانت نظرية الطبقات الجروومية أهم وأول تصور مثير في دراسة علم الأجنة . ومن الممكن أن نميز في الجنين المبكر الاكتودرم والانودودم على أنهما طبقتا الجسم الخارجية والداخلية بمقارنتهما بتلك التي تكونان وحدهما جسم الجوفعويات ، ولكن سرعان ما تتكون طبقة ثالثة ، طبقة وسطى ،

يتكون منها كثير من مواد الجسم في كل الحيوانات فوق مستوى الجوفعمويات وسنتمسك في هذا الفصل بنظرية الطبقات الجرثومية هذه وتؤكد مع ذلك الانفصال المبكر بين الجلد والجزء العصبي من الاكتودرم والطبيعة المميزة للميزودرم الحلي . ومن الممكن بوجه عام في الفقارى البافع تقسيم انسجة الاعضاء واجهزتها تبعا لاشتقاقها من الطبقات الجرثومية . وسندكر التفاصيل والاستثناءات في فصول آتية .

من اکتودرم الجسم : الجزء السطحى من الجلد (البشرة) وامتداداتها في نهايات القناة الهضمية (الفم ومنطقة الجمع) ، والتركيب الجلدية الطلائية مثل الشعر والريش .

من الاکتودرم العصبي : الجهاز العصبي وشبكة العين ومشتقات اخرى من العرف العصبي .

من الميزودرم : الانسجة الضامة والهيكلي والمفصلات والجهاز الدورى وأغلب الاجهزة التناسلية والبولية وبطانة التجاويف السيلومية والحبل الظهري .

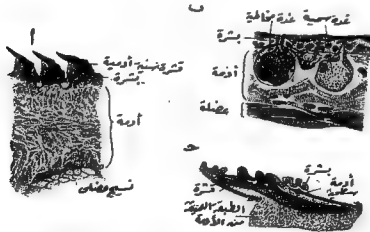
من الاندودرم : بطانة المى ومادة الغدد المشتقة منها (الكبد والبنكرياس) وكثير من جهاز التنفس من خياشيم ورنات .

كان يظن يوما ما بان نشأة انواع الانسجة المختلفة كانت مقصورة تماما على واحد او آخر من الطبقات الجرثومية . ومع ذلك فقد اكتشفت في السنوات القريية استثناءات مختلفة في ظروف طبيعية وتجريبية ، وهناك ميل الى احد ما للتخلي عن فكرة الطبقة الجرثومية باعتبارها كنى لا معنى له ولكن مع ذلك هذا دفاع يائس . وعلى العموم نجد انه في التكوين الطبيعى تتبع الخلايا الجنينية والانسجة نظاما جامدا من التحركات المنطقية وترتيب للمكونات . وإذا كان لا يوجد شيء أكثر فان تسمية الطبقة الجرثومية يغيب كوصف لطوبوغرافية التكوين . وهى في الحقيقة أكثر من هذا ، فقد اظهرت الدراسة التجريبية وجود اختلافات قليلة بين المناطق المختلفة للطبقات الجرثومية الجنينية في الاطوار المبكرة . الا ان القدرات تزداد تحديدا في المناطق المختلفة في الاطوار المتأخرة . والامل المنتظر ان التكوين الطبيعى للطبقات الجرثومية والمساحات الاضافية لهذه الطبقات تتبع بوجه عام القصة الناجمة من التجارب لقدراتها المنتظرة .

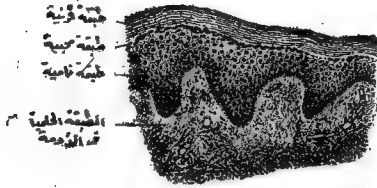
الفصل السادس الجلد

ينطى الجلد وتراكيبه الإضافية كل الجسم ، وهو عضو جهائز يقوم بوظائف هامة متعددة ؛ فهو غطاء جامد ضد الأضرار وهجمات الأعداء المفترسة . وهو خط دفاع مستمر ضد غزو الكائنات الدقيقة ، كما يتدفع عن الجسم العوامل الطبيعية والكيميائية الضارة . وأخيرا قد يلعب دورا ايجابيا بطرق عديدة، منها تنظيم كمية الماء بالجسم وكمية الملح ودخول الأكسجين والتخلص من البقايا . والجلد كجزء من الجسم على اتصال مباشر بالوسط الخارجى ؛ فهو مركز هام للأعضاء الحسية . ولو ان الجهاز العصبى بعيد عن السطح فى الحيوان اليافع الا انه ينشأ كما رأينا من اكتودرم الجلد ويستمر معه .

والجلد ليس تركيبا واحدا مستقلا ، ولكنه يتكون من جزئين متصلين تماما وان اختلفا فى النشأة والطبيعة ، وهما : البشرة والأدمة . البشرة اکتودرمية النشأة ، وهى سطحية ، وغالبا ما تكون طلائية فى طبيعتها . اما الأدمة التى تقع تحتها فهى ميزودرمية النشأة ، وهى منذ بدايتها تركيب ليفى . البشرة رقيقة ، اما الأدمة فتضم تراكيب مختلفة مثل الشعر والريش والفدد المختلفة ، وهى بسيطة ومتجانسة فى التركيب .



شكل ٧٥ - مقاطعات فى الجلد ١ - للقرش - ب - السلماندر - ج - سمكة عظمية
(عن رابيل) .

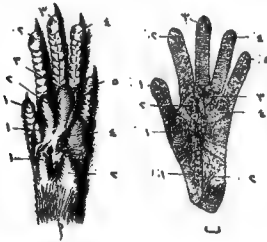


شكل ٧٦ - قطاع عرضي في جلد كتف الإنسان . مكبر ١٢٥ مرة .
بالإضافة الى الطبقة النامية والطبقة القرنية يوجد (هنا) في الثدييات وفي مناطق عديدة من الجلد طبقة محبة وسطى في البشرة . وفي بعض المناطق يوجد - بالإضافة الى ذلك - طبقة شفافة (الطبقة الراقية) بين الطبقة القرنية والطبقة المحبة (عن ماكسيمو وبوم)

البشرة : تتكون البشرة في السهم والنصف حليات من طبقة واحدة من الخلايا العمودية ، في حين تتكون البشرة من ثلاثية مصففة في كل الفقاريات الحقيقية . وتبقى البشرة تركيباً بسيطاً في الأسماك والبرمائيات التي تعيش في الماء اذا استبعدنا العناصر الفدية ، ويتكون كل سمك البشرة من خلايا « حية » تحتوي على بروتوبلازم طبيعي . وقد يوجد هنا وفي الفقاريات الراقية صبغة داكنة هي الميلانين (تنشأ بالتحول من الخلايا الملونة الادمية) ، وتشمل الخلايا السطحية كمية معينة من الكيراتين (مادة بروتينية موجودة بكثرة في أغلفة قرون الماشية وفي أظافر الأصابع والتراكيب المماثلة) . وتعرض هذه الخلايا الى الفناء نتيجة للتآكل أو الإصابات ، وهي تتجدد باستمرار من أسفل نتيجة للتبرعم الدائم للطبقات المتتالية من الطبقة القاعدية للبشرة . ويجدد التمزق السطحي للبشرة بسرعة ، ولكن اذا كانت الإصابة بالغة كالجروح العميقة فانها تتلف جزءاً كبيراً من هذه الطبقة القاعدية « الأم » ، عندئذ تصبح تغطية اللحم بالجلد عملية صعبة ان لم تكن مستحيلة ، والبشرة الرطبة لكثير من الفقاريات الدنيا نفاذة الى درجة ما ، وتقوم في أغلب البرمائيات الحديثة كمضو تنفسي كبير مزود بكثير من الأوعية الدموية التي تقع عميقة في الجلد .

وقد تغيرت البشرة مع فرض تحديد الحياة الأرضية لبعض البرمائيات والرهائيات (شكل ٧٦) . ولما كان فقد الماء عملية هامة أصبح سطح الجلد جافا وغير نفاذ ، وتبقى الخلايا الداخلية تراكيب « حية » ، ولكن عند الاقتراب من السطح تصبح الخلايا أكثر تفلطحاً وأقل حيوية ويملؤها الكيراتين . وقد تنفصل الطبقة الخارجية من الخلايا وتفقد قطعة قطعة (قشور الرأس مثال لذلك) أو قد تنفصل موسمياً كما في الزواحف والهرمائيات ، وقد يكون الانتقال بين الأجزاء الداخلية والخارجية تدريجياً كما في البرمائيات التي تعيش على الأرض والزواحف والطيور . ويوجد في الثدييات مع ذلك تباين حاد (شكل ٧٦) بين المنطقة الداخلية من الخلايا الحية « الطبقة النامية » وبين طبقة الخلايا الميتة المفلطحة على السطح « الطبقة القرنية » .

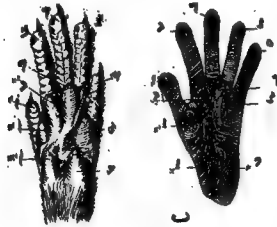
تراكيب الجلد الكيراتينية : تتحول الطلائية الممتلئة بالكراتين في الفقاريات الراقية الى عدد من التراكيب الخاصة . وقد تكون أبسط هذه التراكيب هي التيلغطات أو الانتفاخات في الطبقة القرنية كما هي الحال على سبيل المثال في ثآليل الضفدعة أو في وسائل الأقدام التي توجد على السطح



شكل ٧٧ - سطح راحة اليد لحيوان (أ) أكل حشرات و (ب) فرد (مكك) . يبين أكل الحشرات تركيباً بدائياً مع وسائل سميكة على كل من جانبي الطرف القريب لراحة اليد III III ووسائل بين قواعيد الأصابع المتتالية II II ووسائل على طرف كل أصبع I I في الرئيسيات العليا تستبدل هذه الوسائل بنقوش من حيود الاحتكاك . (عن وبل)

السفلى للقدم في كثير من الحيوانات التي تعيش على الأرض . في الثدييات (شكل ١٧٧) توجد مثل هذه الوسائد على قاعدة كل اصبع ، أو بجانبه هذه القاعدة بالإضافة الى زوج على الطرف القريب من راحة اليد أو الكعب ، في الرئيسيات تغطي راحة اليد أو الكعب بدلا من هذه الوسائد بنقوش من حيود الاحتكاك (شكل ٧٧ ب) التي تساعد الانواع التي تعيش على الأشجار في الحصول على قبضة قوية لفروعها . أما في الإنسان فالاختلاف الكبير في بصمات الأصابع وسيلة واضحة في تمييز الشخصية .

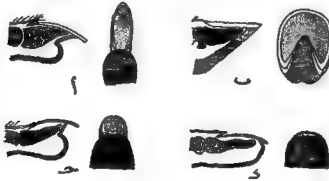
التفلف وازدياد الطلائية القرنية في الزواحف يؤديان الى تكوين القشور القرنية أو الحراشيف (شكل ٧٨) . وتترابط القشور عادة في العظامات « السحالي » والثعابين ، ويصل هذا التراكب الى مستوى اعلى في الثعابين ليعمل كمساعد على التحرك . وعلى العكس من ذلك توجد صفائح قرنية مفلطحة في التماسيح والسلاحف . ولا بد أن نؤكد أن هذه التراكيب القرنية البشرية لا تشابه القشور العظمية الأدمية في الأسماك ، ومع ذلك توجد قشور أدمية عظمية في كثير من السلاحف تحت التراكيب القرنية السطحية ، وفي السلاحف تكون الصفائح القرنية غطاء سطحيًا لدرع الجسم .



شكل ٧٨ — قطاعات بيانية لجلد الزواحف تبين انواع القشور . أ — جلد العظاءة « السحلية » مع قشور أدمية قرنية بسيطة متراكبة برفق . ب — قشور قرنية عميقة التراكب لتتبع من الثعابين . ج — نوع من القشور موجود في كثير من الزواحف مع قشور عظمية تحت القشور القرنية . (عن بوا) .

اختفت القشور القرنية من معظم الجسم في الثدييات والطيور ، وهي باقية مع ذلك على الأرجل في الطيور وعلى الأرجل والذيل في ثدييات مختلفة وخاصة القوارض . ويمتاز الحيوان المسمى بأم قرفة Pangolin وهو من الحيوانات الاستوائية في الدنيا القديمة كحيوان ثديي قد كون مرة ثانية جسما مغلفى غطاء جسديا من الحراشيف الكبيرة القرنية .

المخالب والأظافر والحوافر تراكيب بشرية قرنية تغلف أطراف أصابع الرهليات (شكل ٧٩) ، وهي تنمو باستمرار الى الخارج من طبقة نامية تحت او عند قاعدة هذا التركيب كلما تآكل الطرف البعيد . وتحت طرف المخلب او الظفر تقع طبقة أنعم وفوادها القرنية اقل تسمى تحت الظفر .



شكل ٧٩ - قطاعات طولية ومناظر بطنية للعقل الطرفية في الثدييات
توضح تركيب المخلب والظفر والحافر - عقل الأصابع : منطقة تحت الظفر : نقط رفيعة ، بشرة السطح البطني للقسم مخططة ، بشرة السطح العلوى والمادة القرنية للظفر : بيضاء . أ - مخلب نوع من آكلات اللحوم . ب - حافر حصان . ج - ظفر الرئيسيات المثالية . د - ظفر الانسان . (من بوا) .

المخلب : يشبه القطاع فيه الرقم ٧ وهو مدبب عند الطرف ، وهذا هو النوع الاساسى ، أما الظفر فهو تحوير متسع . والحوافر تكوينات من مميزات الثدييات ذوات الحافر والتي تمشى على أطراف الأصابع .

القرون والتراكيب المشابهة منتشرة جدا وخاصة بين الثدييات ذوات الحافر . ويشاهد الفرق الحقيقى في افراد فصيلة الماشية التى تشمل الأغنام والماعز واليتايل . وقلب القرن عبارة عن شوكة من العظم تنشأ من الجمجمة ويفطئها مخزوط اجوف من البشرة يتكون من المواد القرنية

الحقيقية . ولا يبدل أبدا القلب ولا الغلاف . ولو أن مناطق الفزلان تركيبات مختلفة تماما إلا أنها غالبا ما تسمى قرونا . وتتكون من عظم فقط عند تمام نموها ، وتنفط في أثناء هذه النمو فقط بجلد على شكل قطيفة ، ولا توجد مادة قرنية حقيقية وكنقطة أخيرة في الاختلافات . يمكن أن نقول أن مناطق الفزلان متفرعة وتبدل سنويا .

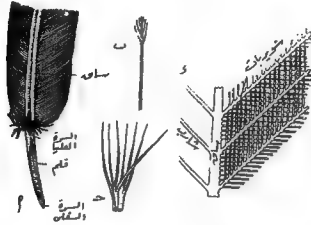
ولا تزال توجد أنواع أخرى من القرون بين الثدييات ، وتشاهد كذلك تراكيب مشابهة في الرواحف وحتى في الطيور ولو أنها أكثر شيوعا . ونذكر على سبيل المثال القرون العظمية المنطاة بالجلد والتي لا تبدل والموجودة في الزراف ، وكذلك قرون وعل الشوك الأمريكي Pongbush التي تتكون من غلاف قرني متفرع يبدل وقلب بسيط لا يبدل ، وكذلك قرن الخريت وهو عبارة عن كتلة ملتحمة من حلقات قرنية تشبه الشعر .

الريش : وجود الريش هو العلامة المميزة للطيور . وقد نشأ ريش الطيور كما يمتد من حراشيف الرواحف ، وهو ينشأ أولا من البشرة ويؤدي وظيفتين كبيرتين في حياة الطيور . وكغطاء للجسم فهو وسيلة عازلة فعالة تساعد على تنظيم درجة الحرارة . كما أن طيران الطائر يصبح ممكنا بتكوين ريش كبير يكون سطح الجناح ودفة الذيل .

ومن الممكن تمييز ثلاثة أنواع من الريش (شكل ٨٠) وهي الريش الزغبى والشعري والنفطاني . وقد يوصف أولا الريش الأكبر والأكثر شيوعا وهو الريش النفطاني ، ولو أنه أكثر جمعيديا . ويتكون معظم الريشة اليابعة من خلايا بشرية قرنية تماما . أما القاعدة ، وهي القلم ، فعبارة عن أسطوانة جوفاء يملأ تجويفها النخاع . وهو بقايا المواد الميزودرمية الموجودة هنا أثناء تكوين الريشة . وتوجد فتحة تسمى السرة على كل من نهايتي القلم . ويقع القلم في غمد وهو حفرة أسطوانية تمتد إلى أسفل داخل الأدمة بحيط بها غلاف من البشرة .

ويبرز بعد القلم الجزء المريض من الريشة وهو النصل . ويمتد المحور بما يسمى الساق ، وهو على العكس من القلم تركيب أصم (غير مجوف) ويمتد على كلا الجانبين أفرع الساق الكبيرة وهي الشوارب ، ويتشاكل كل شارب في معظم الطيور مع الشوارب المجاورة بواسطة أفرع رفيعة تسمى الشوبريات ، وهي تحمل خطافات . وفي الطيور التي لا تطير مثل النعام تصبغ النفطانيات الناعمة غير ضرورية في الأجنحة ، وفي الشكل الانسيابي

للجسم. عندئذ تكون خفافات الشوبرات ضعيفة التكوين ، ويصبح الريش
النفطائي ريشا منهذلا .

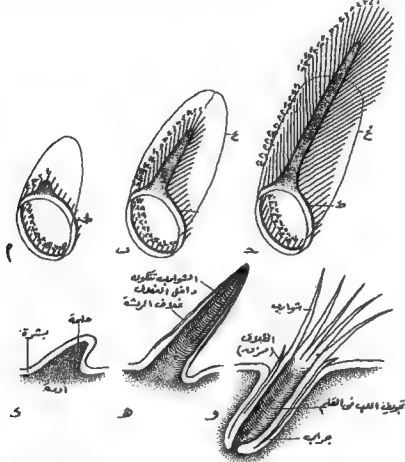


شكل ٨٠ - الريش . ١ - الجزء القريب من الريش النفطائي . - ب -
الريش الشعري . ج - ريش زغبى . د - شكل تخطيطى لجزء من الريش
النفطائي يبين الترتيب التداخلى للشوبرات . (عن جاو وبوتسلى) .

والريش الزغبى الذى يكون غطاء كل الجسم فى الكتكتوت كما يفسح
تحت الريش النفطائي فى أغلب جسم الطائر اليافع وربما كطبقة عازلة يشبه
الريش النفطائي فى التركيب ولو انه أبسط تكوينا . وكما هى الحال فى
الريش النفطائي يوجد قلم ولكن لا يوجد ساق ، وبدلا من ذلك توجد خصلة
من الأفرع الرفيعة . والريش الشعري - الريش الدبوسى - أبسط تركيبا ،
فله ساق رحيدة تشبه الشعرة وتنتهى بخصلة رفيعة من الشوارب .

يشبه تكوين الريشة فى الأطوار الجنينية الأولى (شكل ٨١ ، ذلك
الخاص بقشرة أو حرشفة الرواحف من حيث تكوين حلقة مخروطية الشكل
من البشرة فى داخلها أنسجة ميزودرمية . ومع ذلك فإن لتكوين الريشة
بعد هذا نظاما يختلف كثيرا عن القشرة ، إذ تفوص هذه الحلقة الى الداخل
مكونة غمدا يستمر تكوين الريشة داخله . وعند تكوين الريش الزغبى يكون
الجزء من المخروط الموجود فى الفمذ القلم ، وتصبح البشرة اسطوانة قرنية،
ويبقى ما تحته من أنسجة ميزودرمية لبا مغذا حتى تنضج الريشة .
وتنفصل : مع ذلك ، الطبقة الطلائية الخارجية البعيدة ككلاف ، من الطبقة

الداخلية العميقة التي تنقسم الى عدد من الحيوذ الطولية السمكية . وعندما يتم النمو يتمزق هذا الغلاف وتنطلق حيوذ البشرة من تحته لتصبح الخيوط المنتشرة البعيدة للريش الزغبي .

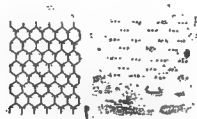


شكل ٨١ - تكوين الريشة . د ، ه ، و مقاطع تخطيطية في اطوار متتابة في تكوين ريشة زغنية . يبدأ التكوين على شكل حلمة ميزودرمية تفوس بعد ذلك داخل غمد . تنفصل الطبقة المبطية الاكتودرمية الخارجية كغلاف رفيع للريشة . ويكون ما يتبقى من الاكتودرم عند القاعدة انبوية جوفاء ستصبح فيما بعد القلم . اما الجزء البعيد فيتنقسم الى عدد من الأعمدة المتوازية . ويتمزق الغلاف تنطلق هذه الأعمدة كشوارب . ا ، ب ، ج رسوم توضيحية تبين تكوين الريش الفطائي الذي يتم بنفس النظام الخاص بالريش الزغبي . يبدأ نمو الريشة عند قاعدة طوق اکتودرمي (ط) تمتد منه أعمدة متوازية من الأنسجة داخل غلاف الريشة (زغ) كما هي الحال في الريش الزغبي . يشذ من هذه الأعمدة عفود قوى (منقط) ينمو ليصبح الساق . اما الأعمدة المتوازية من الأنسجة فتتو بالتتابع (كما هو مبين بالأرقام) على هذه الساق لتصبح الشوارب (ا ، ب ، ج عن ليلى وجين) .

وتكوين الريش النطائي أكثر تعقيدا ولو أنه متشابه أساسا . يتكون مخروط كما هي الحال في الزغب ، ويبقى جزؤه القريب بسيطا في طبيعته ليكون القلم مستقبلا ، ويفصل في نفس الوقت الجزء البعيد من البشرة الى غلاف سطحي ومجموعة عميقة من الحيوذ الطولية تنشأ من قاعدة « الطوق » عند نهاية منطقة القلم . - تكوين كل التركيب المعقد داخل الغلاف (شكل ٨١ ، ١ - ج) . ويتو من الطوق حيد مسيطر واحد ليكون الساق مستقبلا ، بينما تنحرك الحيوذ الأخرى التي تتكون من الطوق على هذا الساق لتكون الشوارب . أما الشويزبات فتتكون بعد ذلك كنمو من الشوارب . وعندما يتم تكوين الريشة داخل الغلاف يتمزق بعد ذلك ، أما الريشة فتتفك ببساطة لتتخذ شكلها العام .

ويستمر تغيير الريش طيلة الحياة من عقدة قاعدية في الحلمة عند قاع النمد كام للريش . وقد يكون التغيير تدريجيا ومستمرًا . ولكن في كثير من الطيور وخاصة تلك التي تعيش في المناطق المعتدلة والتقطبية فهناك ظاهرة موسمية لتغيير الريش .

الشعر : الثدييات يماثل الريش في الطيور كجهاز عازل يتكون من بشرة قرنية . ويختلف التركيبان اختلافاً بينا في اعتبارات أخرى . فهناك اختلاف في التكوين ، فبمكس ما هو موجود في الطيور لا يتدخل الميزودرم في تكوين الشعر الا في تكوين حلمة قاعدية . ويختلف الشعر عن الريش في انه ليس تحورا من القشور القرنية ولكنه عناصر تركيبية جديدة

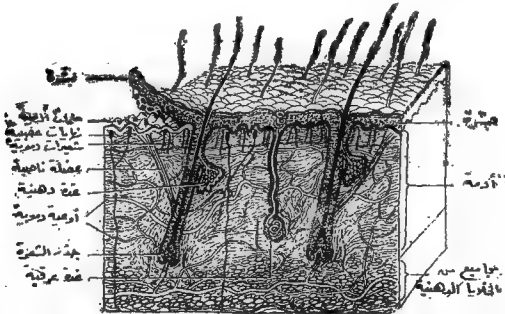


شكل ٨٢ - نظام الشعر في الثدييات بين اقتراض نشاته من تراكيب تتكون في المساحات بين القشور . ١ - جزء من الدليل ذي القشور في زباب الشجر (Tree Shrew) . الشعر (مبين بالنقط) في هذا المكان .
ب - جلد المارموسيت (Marmoset) والشعر مرتب بنظام مشابه بالرغم من عدم وجود القشور (عن دي ميزير) .

من الجلد ، ومن المحتمل أن يكون الشعر قد ظهر قبل أن يفقد أسلافنا من الزواحف غطاءها القشري . وفي مثل هذه الثدييات التي تحتفظ بالقشور يوجد الشعر ناميا بنظام ثابت بين القشور ، وحتى عندما تكون القشور غائبة (كما هي عادة) يبقى نفس نظام الشعر (شكل ٨٢) .

وتتكون الشعرة التالية من ساق بارز وجذر داخل حفرة في الأدمة تسمى جراب الشعرة . ويتكون كل من الساق والجذر أساسا (ما عدا عند القاعدة الداخلية) من خلايا بشرية ميتة متحولة تماما الى مادة قرنية ، ويوجد حول الجذر الفلاف الذي قد يتكون (كما هو مبين في شكل ٨٣) من طبقات عديدة من البشرة والأدمة .

ويعتمد الجذر عند القاعدة مكونا بصلة جوفاء تضم الحلمة الأدمية التي تحتوى على الأوعية الدموية والنسيج الضام . وتحيط بالبصلة طبقة قاعدية من خلايا حية بشرية الأصل ، وهي منبت الشعرة التي منها تنفص الخلايا التي تكون جذر الشعرة وساقها . ويجوار غمد الشعرة توجد غدة دهنية تصب بداخله المواد الزيتية (قارن صفحة ١٧٤) . ولكل شعرة أيضا عضلة صغيرة تقف الشعرة بانقباضها (كما يسبب شدها للجلد ما يسمى بالقشعريرة) .



شكل ٨٣ - قطاع في جلد الثدييات يبين الشعر خاصة والتدد والتركيب الإضافية

في التكوين الجنيني للشعرة (شكل ٨٤) لا توجد حلمة بارزة يملؤها الميزودرم كما هي الحال في الريش ، ويوجد بدلا من ذلك نمو الى الداخل لعمود مصمت من خلايا البشرة ، ويتكون عند قاعدة العمود منبت الشعرة



شكل ٨٤ - اقعدة الشعر في جنين انسان عمره ثلاثة اشهر بين اطوارا متتابعة في التكوين في ١ ، ب ، ج .

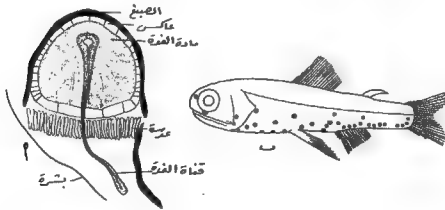
وكذلك حلمة ميزودرمية ، كما يصبح اعلى عمود الخلايا الطلائية اجوف ليكون ساق الشعرة . ولا يزيد الشعر عن الريش من حيث الدوام ، فانغلب الشعر يستقط ويحل محله شعر آخر ظيلة الحياة ، اما بعملية تدريجية واما تغيير موسمي للفروة . ويتم الامتصاص في البصلة ويبدأ نمو جديد للشعرة من خلايا النبت .

ويحتوى كل الشعر الى درجة ما على حبيبات ملونة . الميلانين الذي ينشأ من الخلايا الادمية الملونة هو المادة الشائعة . وهو يكون بتركيزات مختلفة ظلالا بنية وسوداء . كما ان هناك مواد ملونة مشابهة تسبب اللون الاحمر . وقد تخفف من كثافة اللون فقاقيسع الهواء الموجودة في الشعر . وعندما تكون هذه الفقاقيسع كثيرة مع قلة الحبيبات الملونة يصبح الشعر رماديا أو ابيض .

ويختلف شعر الثدييات في أمور عديدة في السمك والطول والخشونة، وكذلك في انتشاره في مناطق الجسم وفي ترتيبه وفي قلبه في أماكن مختلفة وهكذا . والشعر المستدير المقطع يميل إلى أن يصبح مستقيماً ، وإذا كان قوى التكوين يصبح حظارات حساسة (كما في شوارب القطط) أو شعراً خشناً أو أشواكاً للحماية . أما الشعر المفلطح أو البيضاوي المقطع فينتشئ بسهولة وقد يصبح مجعداً أو يكون غطاءً صوفياً .

غدد الجلد : تتكون تراكيب غدية في بشرة الجلد في جميع الثدييات . وتوجد عادة خلايا تفرز مخاطاً ، وهذه الخلايا واسعة الانتشار في الأسماك والبرمائيات ، وتأخذ شكل غدد مخاطية حوصلية في البرمائيات . وفي حالات نادرة نسبياً يصاحب غدد السم الموجودة في الأسماك تراكيب شوكية عادة . في كثير من البرمائيات توجد غدد تفرز السم على درجات مختلفة من السمية، وتسمى هذه بالغدد المحببة لأن بروتوبلازم الخلايا المفردة به حبيبات . .

ويوجد في أسماك الأعماق تكوين غير عادي هو أعضاء الإضاءة - حاملات الضوء (شكل ٨٥) وهي قد تخيف الأعداء أو تعمل كطعم لجلب الغذاء أو قد تؤدي إلى التعارف وقت التزاوج . وتبدو هذه التراكيب كأنها غدد مخاطية متحورة ، وقد تنمو أعضاء إضافية تشمل عاكساً يظهر

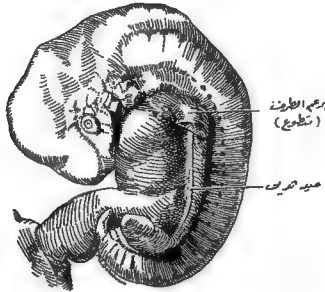


شكل ٨٥ - قطاع في عضو الضوء في سمكة عظمية (سيكلوفون) ، يبين جزءاً من القناة التي تؤدي إلى الداخل من سطح الجسم . ب - أعضاء الضوء لسمكة عظمية صغيرة (ميكتوفم) والأعضاء ملونة باللون الأسود .
(عن بروير) .

ملون وعدسة ، وهى بذلك تشبه الى حد كبير تركيب الكشاف الضوئى فى السيارة . وقد يكون انتاج الضوء اما نتيجة لوجود بكتريا فوسفورية واما الى عمليات اكسدة معقدة فى الخلايا الغدية .

الغدد فى جلد الزواحف الصلب الجاف ضعيفة التكوين ، وهذا حقيقى ايضا فى الطيور الا من حيث وجود غدة زيتية تفرز مادة دهنية وتوجد فوق جلد الدليل . وتظهر مع ذلك انواع جديدة متعددة من الغدد فى الثدييات . وتصاحب غمد الشعرة غدد دهنية (شكل ٨٣) وقد توجد ايضا فى اماكن خالية من الشعر . وتفرز غدد العرق (شكل ٣ / ١) افرازا مائيا يحتوى على الجلد تؤثر تأثيرا كبيرا فى تنظيم حرارة الجسم .

وهناك نوع آخر من الغدد - وهو ذلك النوع الذى تسمى الثدييات فى الحقيقة باسمها - وهى الغدد التى تنتج اللبن وتسمى الغدد الثديية . ويظهر انها غدد مرقية متحورة ، وهى جيدة التكوين فى انثى كل مجموعة . ويوجد فى وحيدة المخرج ببساطة حزمتان من غدد مختلفة تصب افرازاتها فى منخفض على سطح البطن ، وفى المجموعات الاخرى تتركز فتحات الغدد كلها فى حلمات بارزة . ويبدأ التكوين الجنينى لهذه الغدد عادة كروج من الانتفاخات الطولية التى تسمى الحبيود الثديية (شكل ٨٦) تمتد بطنيا على طول الجذع ، وقد يحدث أن يتركز عدد مختلف من هذه الانسجة فى بقع مختلفة . ويتناسب عادة عدد الأثداء مع عدد الصفار التى تولد . وعندما يكون عدد الصفار قليلا تصبح هذه الأثداء اما بطنية الموضع كما فى كثير من حافريات القدم واما فى منطقة الصدر كما هى الحال فى الرئيسيات العليا . وفى بعض الحيوانات مثل الخنازير وكثير من آكلات الحوم حيث تكون الصفار كبيرة يوجد عندئذ صفان طويلان من الحلمات . وتحتوى غدة اللبن النشطة المثالية على حزمة من الخويصلات تخرج منها قنوات تؤدى الى السطح ، وتطلق كلمة « حلمة » عادة على تلك الأنواع التى تؤدى فيها القنوات مباشرة الى طرف الثدي . وفى الثدي (كما فى البقر) تفرغ القنوات فى مستودع للتخزين ، ومن ثم تؤدى قناة كبيرة الى السطح .



شكل ٨٦ - جنين ثديي يبين الحيويد الثديية أو خط اللبن (من آري)

الأدمة : الأدمة اسمك من البشرة ولو انها اقل اختلافا في التركيب (شكل ٨٣) . وتكون الأدمة في معظم الحيوانات اساسا من نسيج ضام كثيف ، والأدمة هي المادة التي تصبح بعد معالجة مناسبة « الجلد » المعروف تجاريا . وعادة ما يكون الجزء العميق من الأدمة نسيجاً مفككا ، وغالبا ما يكون مركزا لتكوين الأنسجة الدهنية . والدهن مادة عازلة جيدة ، ويعمل شحم الحوت في هذه الحيوانات عمل الشعر في هذا المجال .

تنشأ في الثدييات خاصة أنسجة من العضلات المخططة تستمد من عضلات الجسم التي تحتها ، وقد تتصل هذه بالسطح السفلى للجلد . وحساسية الجلد نتيجة لوجود الياف عصبية في الأدمة (ونادرا في البشرة) ينتهى بعضها حرا وينتهى بعضها في الثدييات غالبا بحويصلة حسية . الأوعية الدموية كثيرة على شكل شبكة من الشعيرات الدموية والليمفية . ويسمح هذا الامداد الدموي الكبير - في الحيوانات ذات الجلد الرطب - بتبادل المواد مع الوسط المحيط ، ويعمل الجلد كعضو تنفسي كبير في كثير من البرمائيات وفي بعض الأسماك العظمية .

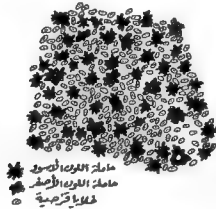
ويكون نسيج الأدمة الضام السميكة عضو دفاع قويا ضد الأضرار ، ويحل محل هذه الطبقة مع ذلك الى درجة كبيرة في الاسماك العظمية وسائل دفاع أقوى على شكل أشواك او صفائح عظمية ، وهي اجزاء من الهيكل الادمى الذى سيوصف هذا في الفصل التالى . وهذه الدرغ الادمية – فيما عدا الجمجمة ومنطقة الكتف – مختصرة أو غير موجودة في كل الفقاريات التى تعيش على الأرض (والسلاحف من الشواذ المعروفة) . وكذلك لا توجد هذه الدرغ في دائريات الغم وفي القروش الا من حيث وجود قشور سنية صغيرة مدفونة في جلد الحيوانات الأخيرة .

وقد يفترض المرء بسهولة ان الحالة اللبغية للأدمة ، والتي هي اكثر شيوعا في الفقاريات الحديثة ، ظاهرة بدائية ، وأن وجود العظم في الأدمة ظاهرة ثانوية . وكما رأينا مع ذلك في قصة تطور الفقاريات انها توحى بقوة بأن العكس هو الصحيح . فقد كانت أقدم الفقاريات المعروفة مدرعة ، ومن المحتمل جدا أن غياب الدرغ الادمية في الحيوانات اللافتكية المائشة وفي القروش هو نتيجة للانحلال .

الخلايا الملونة : لون الجلد في الفقاريات تحت مستوى الثدييات أو الطيور هو نتيجة – الى درجة كبيرة – لوجود خلايا خاصة حاملة للون هي الخلايا الملونة التى توجد في الجزء الخارجى من الأدمة (شكل ٨٧) . وهذه الخلايا نجمية الشكل غالبا وتحتوى على حبيبات عديدة . وتشمل الانواع الشائعة على ما يأتى :

(١) حاملات الميلانين حبيبات بنية داكنة . و (٢) حاملات اللون الأحمر بها حبيبات حمراء او صفراء . و (٣) حاملات الجوانين التى لا تحتوى على حبيبات ولكن على بلورات صغيرة ينمكس الضوء عليها فتحدث تغيرا يؤثر في المواد الملونة . وكل الالوان المختلفة تقريبا في الاسماك والبرمائيات والزواحف هي نتيجة لوجود الخلايا الحاملة للون من هذه الانواع الثلاثة الموجودة بأعداد وترتيبات مختلفة . وقد يحدث تغير عجيب في اللون في عديد من الحالات – إلحرباء حيوان مثالى في هذا المجال ويساويها في نفس المجال سمك موسى – من حيث نظام واختلاف الالوان التى يستطيع ان يتلون بها . وتنتج هذه التغيرات جزئيا من تغير في وضع الخلايا الحاملة للون من الانواع الثلاثة ، ولكنها اساسا نتيجة لتغيرات في انتشار الحبيبات الملونة داخل

الخلية نفسها . فإذا كانت الحبيبات منتشرة كان التأثير بالفا ذروته . وإذا تجمعت الحبيبات في كتل كان اللون أفتح . وقد يكون تغير اللون نتيجة لتغير لون الوسط معتمدا على تعليمات تصل الى المنخ عن طريق العيون ثم تنتقل الى الخلايا الحاملة للون بواسطة الهرمونات (وخاصة من الغدة النخامية) أو بأعصاب الجهاز العصبي السمبتاوي أو (كما هي الحال في الأسماك العظمية) بالطريقتين معا .



شكل ٨٧ - منظر مكبر لمنطقة من أسطح جلد سمك موسى ترى بالضوء النفاذ بين الأنواع الثلاثة من حاملات اللون الموجودة - حاملات الميلانين (اللون الأسود) وحاملات اللون الأحمر وبلورات الجوانين (أو الخلايا القرصية) . (من نورمان) .

ولو أن حاملات اللون تقع في الأهمية فإن القصة الجينية تبين أن في كثير من الحالات - وربما في الكل - ليست هذه الخلايا جزءا من نسيج البرودرم . وهي تنشأ في الجنين من العرف العصبي ثم تهاجر من هناك الى أماكنها الطرفية النهائية .

تنظيم الحرارة : تتم الوظائف الطبيعية لجسم الفقاريات في حيز محدود من درجات الحرارة . وتتبع درجة الحرارة الداخلية درجة حرارة الوسط في الفقاريات الدنيا ، ولو أنه من الممكن أن يكون هناك تنظيم بسيط ، ولكن درجة حرارة الجسم في الثدييات منظمة ويتحكم فيها « ثبات حراري » عصبي في منطقة تحت السرير من المنخ ، وهكذا تختلف درجة الحرارة الداخلية قليلا عن الدرجة الطبيعية والتي لا تتعدى درجات قليلة من ١٠٠°

فهرنهايت . ومعظم الحرارة المفقودة تفقد من طريق الجلد الذى يقوم بدور هام فى التنظيم فى هذا المجال . ونسيج الأدمة الضام - وخاصة انسجتها الدهنية - عازلة فى طبيعتها ، كما هى الحال مع الشعر والريش . وبالإضافة الى هذا يستطيع الجلد أن يقوم بدور ايجابى فى تنظيم الحرارة . فالشعر والريش منظمات للحرارة ، والبخر من غدد العرق له تأثير مبرد . والاهم من هذا هو الامداد الدموى بالجلد الذى يسيطر عليه الجهاز العصبى السمبتاوى فتتسع الشريينات والشعيرات فى الجلد المحمر وتفقد الحرارة بسرعة . ومع انقباض الشريينات (كما هى الحال فى الجلد الأبيض) يحتفظ الجسم بحرارته .

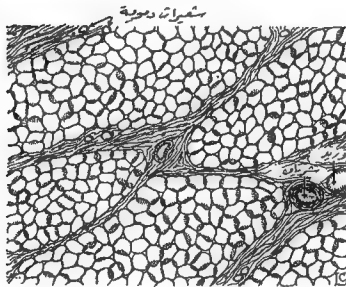
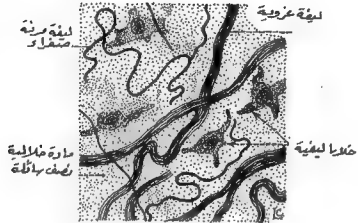
الفصل السابع

الأنسجة الدعامية الهيكل.

تتكون معظم الأنسجة التي لها نشاط وظيفي في الجسم من الأنسجة الطلائية أو مشتقاتها ، لكن إذا ما تركيب جسم الحيوان الفقاري من مثل هذه الأنسجة فقط فإنه يصبح كتلة رخوة عديمة الشكل . فالجسم في حاجة الى أنسجة ضامة دعامية تساند وتقوى هذه الأنسجة الطلائية ومشتقاتها - خاصة في الحيوانات اللافائية - لتمطيها القوة والدعامة . ويتناول هذا الفصل من الكتاب دراسة هذه الأنسجة الدعامية ومنها الحبل الظهري الذي يميز الحبلات . والأنسجة الضامة واسمة الانتشار وهامة في الجسم وأبرزها أنسجة الضاريف والعظم التي تكون الهيكل في الفقاريات .

الحبل الظهري

الحبل الظهري تركيب قديم ، يوجد حتى في الحبلات الدنيا مثلن السحيم ويرقات الغلايات ، وكما سبق - أن أشرنا - ينشأ في الأطوار الجنينية من الجزء الوسطى للأنسجة الميزودرمية ، ممتدا في أجنة الفقاريات، من نقطة أسفل المنخ الى الخلف على طول الجذع والدليل . وخلايا الحبل الظهري طرية وجيلاتينية ، غير أن الحبل يحاط بغلاف واقشية تجعل منه تركيبا قويا نسبيا بالرغم من مرونته . ويوجد حبل ظهري حسن التكوين في الطور اليافع لكثير من الفقاريات الدنيا - خاصة في دائريات الفم - حيث يكون الممسود القسري ضعيف التكوين (اشكال ١٧ ، ١٠٦) ، وفي معظم الأسماك ورباعيات القدم ، تحل محل الحبل الظهري تدريجيا العناصر المركزية للفقرات وهي التي تنمو حوله وتمطيها قوة أكبر مع قليل من المرونة . ومع تزايد نمو الفقرات تقل أهمية الحبل الظهري للجسم . بالرغم من وضوح الحبل الظهري في الجنين فإنه يصبح - في معظم الحالات - محصورا أثناء النمو بالفقرات . وقد يمتد الحبل الظهري في كثير من الأسماك ورباعيات القدم البدائية بين أجسام الفقرات المتتالية لكنه يختنق خلال كل قطعة ، لدرجة أن حدوده الخارجية تشبه حدود مجموعة من زجاجات البساعة متراصة عند نهاياتها . وفي معظم الفقاريات يختزل الحبل الظهري بدرجة أكبر ، حتى أنه يتكون في الطور اليافع من مواد جيلاتينية فقط قد تظل موجودة بين أجسام الفقرات المتتالية .



شكل ٨٨ : نسيج ضام فجوى (من ميلاد وكنج وشورز ، تشرح
 ونسيولوجيا الانسان) .

الأنسجة الضامة

بالرغم من عدم وجود ميزودرم حقيقى فى الافقاريات الدنيا مثل الجوفعمويات ، فانه توجد بين الطبقة الخارجية والداخلية منطقة وسطية من مادة جيلاتينية ، واحيانا ليفية تحتوى على خلايا متناثرة . وتساعد مثل هذه المادة على اكتمال شكل الجسم ، وتقابل الميزنكيم او الحشو الأوسط فى الجنين الفقارى . وتعتبر الأنسجة الضامة فى الفقاريات اليافعة من اهم نواتج الميزنكيم الجنينى ، فهى تقوى جشو الجسم كما تقوى طلائية كثير من الاعضاء . وأبسط صورة لهذا النسيج (شكل ٨٨) تتركب من نسيج مفكك له مادة أساسية جيلاتينية تحتوى على شبكة من **الياف شبيكية** صغيرة متفرعة تغرقها وضوحا الياف اخرى **غروية** رفيعة وطويلة ولينة لكنها غير مرنة ، وتكونها خلايا مغزلية او نجمية الشكل من خلايا النسيج الضام ، تعرف بالخلايا الليفية . وفى حالات اخرى ، كما فى ادمة الجلد (شكل ٨٣) ، يكون النسيج الضام متينا تنتشر به كتل كثيفة من الياف شبيهة باللباد . وتحتوى معظم الأنسجة الضامة على نسبة ضئيلة من **الالياف المرنة** الصفراء ، ويسود هذا النوع من الالياف فى حالات قليلة ، **فالأوتار** التى تتصل بكثير من العضلات تتكون من حزم من الياف النسيج الضام ، كما أن **الأربطة** التى تشبه الأوتار فى تركيبها تعمل على ربط القطع الهيكلية بعضها ببعض * . **واللفافة** عبارة من صفائح من النسيج الضام تغلف العضلات والأجزاء الأخرى . أما **النسيج الدهنى** (شكل ٨٩) فهو نسيج ضام متحور لتخزين الدهون ، يقع عادة تحت الجلد ، او فى ثنايا المناريقا حول اعضاء البطن .

الأنسجة الهيكلية

يعتبر الهيكل على جانب كبير من الاهمية من الناحية الوظيفية ، أما من الناحية الفسيولوجية والكيمائية الحيوية فيظن انه جهاز عضوى خامل نسبيا . والتراكيب الهيكلية للصلبة التى تطورت فى اثناء نشوء المجموعات الحيوانية من الأنسجة الضامة - والتى تتكون اثناء نمو القرد منها او من الميزنكيم الذى يسبقها فى التكوين الجنينى - تعتبر حيوية فى ربط الاعضاء الرخوة وحمايتها ، كما تساعد على تدعيم شكل الجسم والحفاظ عليه . وتتصل جميع العضلات المخططة بالهيكل تقريبا ، ومن ثم يعتبر الهيكل العامل الذى تتم بواسطته حركات الجسم .

(*) بعض المساريقا المتصلة بالاحشاء يطلق عليها ايضا اربطة .

الغضروف : هناك نوعان من الأنسجة الهيكلية يميزان الغضروفات . هما :
الغضروف والعظم ، وبالرغم من أنهما مشتقات خاصة من الأنسجة الضامة ،
وينشآن من الميزنكيم ، إلا أنهما يختلفان تماما في طبيعتهما وطريقتي
نشأتهم .

والغضروف الزجاجي النموذجي (شكل ٩٠) مادة لينة جلية ، ذات
مظهر رائق شبيهة بالزجاج ، وتركيب مادته **الخلائية** المتماسكة أساسا من
كربوهيدرات عديد السكر يكون طبقة هلامية متماسكة تنتشر فيها شبكة
من الألياف النسيجية الضام . وتتخلل ذلك تجويفات تحتوى على خلايا
غضروفية مستديرة عادة ليست لها زوائد متفرعة كتلك التى تميز الخلايا
العظمية . ولا توجد أوعية دموية فى معظم الغضاريف ، وعلى ذلك فالغذاء
الذى تحصل عليه هذه الخلايا يصل عن طريق الانتشار خلال المادة الخلائية
للتسيج . والسطح الخارجى للغضروف مغطى بطبقة كثيفة من نسيج ضام
يحتوى على خلايا ، ويعرف **بالغلاف الغضروفي** .

وهناك أنواع عديدة مختلفة عن هذا الطراز العادى من الغضروف ؛ ففى
كلب السمك بالخاص يوجد عادة **غضروف متكلس** يشبه العظم من حيث



شكل ٩٠ : مقطع فى جزء من غضروف (من قص الغار) . لاحظ أن
الطبقات السطحية (فى أعلى الشكل) ليفية وتمثل حالة انتقالية الى الغلاف
الغضروفي (من ماكسيمو) .

ترسيب املاح الكالسيوم في مادته الخلالية . والفغروف الزن الذي يوجد في صيوان اذن الثدييات مثلا ، يكتسب المرونة من وجود كثير من الالياف المرنة في مادته الخلالية . والفغروف الليفي الذي يوجد بكثرة في منطقة المفاصل ومناطق اتصال العضلات والاورار ، يعتبر طرازا انتقاليا في تركيبه بين الأنسجة الضامة الكثيفة والفغروف .

وعند تكوين الفغروف تستدير خلايا ميزنكية وتكون فيما بينها مادة خلالية واليااف مميزة له . ويلاحظ كثير من الانقسامات الخلوية في الفغروف النامي ، فقد نجد نتيجة لذلك خلايا في مجموعات مزدوجة او رباعية . وتنفصل خلايا هذه المجموعات تدريجيا بعضها عن بعض مع ازدياد ترسيب المادة الخلالية بينها ، وكما يحدث في العظم ، ينمو الفغروف باضافة خلايا جديدة الى سطحه الخارجى ، ولكن خلافا للعظم يستطيع ان ينمو ايضا بالامتداد الداخلى ، اى بانتفاخ المادة الخلالية .

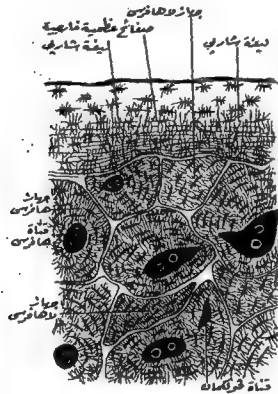
والفغروف مادة هيكلية داخلية غائرة اساسا في الجسم ونادرا ما يوجد على السطح . او بالقرب منه ، وهو يوجد بكثرة في الجنين والحيوان اليافع . وفي العنديات العليا الحية وكثير من الفقريات القديمة من الفقاريات الدنيا ، يتركب الهيكل اليافع اساسا من العظم ، ويكو الفغروف مختزلا ، فحين ان الفغروف هو المادة الاساسية في تكوين هيكل الحيوان اليافع في الفقاريات الدنيا الحية ، مثل دائريات الفم ، والاسماك الفغروفية . وبعض انواع قليلة ضامرة من الاسماك العظمية .

والفغروف عامة نسيج غائر وجينى ومرن نسبيا وسريع الامتداد .

العظم : (شكل ٩١) يكون العظم الهيكل المساند في الاطوار اليافعة لعظم المجموعات الفقارية ، وهو كالنغروف ، يتركب من خلايا ميزنكية متحولة ، محصورة في مادة خلالية تحتوى على الياف من النسيج الضام . وفيما عدا ذلك فالسائدتان مختلفان اختلافا واضحا . فالمادة الخلالية للعظم سرعان ما تتصلب مكونة مادة معتمة تحتوى على املاح فوسفات و كربونات الكالسيوم ، والخلايا العظمية (وكذلك التجويفات او المحافظ التي تحيط بها) غير منتظمة ونجمية الشكل ، ولها زوائد متفرعة تمتد في قنوات دقيقة . **الفتيات** - تتصل عن طريقها بالجلابا المجاورة . وعلى عكس النغفسلريرف ،

تخترق العظام اوعية دموية ، ولكن :لما لصلابة المادة الخلالية وعدم امكان مرور المواد الغذائية بها فان الخلايا تحصل على هذه المواد عن طريق القنيات . ولا يعتمد العظم كالنضروف بل ينمو باضافة طبقات خارجية جديدة تتكون من النسيج الضام الكثيف المتلف له والذي يعرف بسحقاق العظم .

وللعظم تركيب منجهرى معقد ؛ فمساحات كثيرة خاصة في المناطق



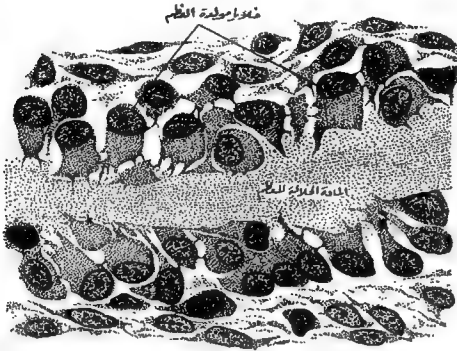
شكل ٩١ : تركيب العظم . مقطع رقيق في عظم مشنط يدوى لحيوان ثديى . على الحافة الخارجية توجد صفائح عظمية متوازية متكونة من سحقاق العظم . ويوجد بالداخل عدد من أجهزة هافرس ترى من زوايا مختلفة . الجهاز اللاهافرسى يحتوى على بقايا من طبقات عظمية مبكرة لم تهشم عندما تكونت أجهزة هافرس . وتربط التراكيب المختلفة للعظم بمادة سميتية كما تنقل قنوات فولكمان الأوعية الدموية من السطح او من نخاع العظم الى أجهزة هافرس . وتمتد الياف شاربى وهى الياف النسيجية الضام ، من سحقاق العظم الى الداخل خلال المادة الخلالية (من ماكسيمو وبلوم) .

السطحية تتكون من **العظم الساكن** ، في حين يوجد **العظم الاسفنجي** - الذى تختزل فيه المادة العظمية الى نسيج ديكى ديموى او دهنى مكونا **نخاع العظم** في فجواته - في المناطق الداخلية للعظم . والكثير من مادة اى عظم يتكون في المرحلة الجنينية من طبقات متراصة تعرف **بالصفائح** . وتستمر عملية اعادة تنظيم المواد العظمية في اثناء الحياة - بامتصاص العظم القديم واعادة ترسيب عظم جديد . وتهشم **العظم** ، الذى يعزى الى خلايا تسمى **مهشمة العظم** ، يحدث عادة باكل الممرات الانبويية في المادة العظمية ، وفي هذه الممرات يعاد ترسيب العظم في حلقات مركزية ، وتترك قناة صغيرة مركزية تحتوى على اعصاب واوعية دموية ، ويعرف هذا التركيب الناتج عن عملية اعادة الترسيب بـ **جهاز هافرس** .

تكوين العظم : هناك طريقتان مختلفتان تماما لتكوين العظم - او **التعظم** في الجنين ، واسطهما **تكوين العظم الفشائى** (شكل ٩٢) حيث يتكون العظم مباشرة من الميزنكيم . وتفرز مجموعة من الخلايا **مولدة العظم** فيما بينها صفيحة غير منتظمة او غشاء من مادة نخالية كثيفة سرعان ما ترسب فيها املاح العظم . وتتسع هذه الصفيحة تدريجيا عند حافتها وتظل سطحاها بترسيب طبقات اخرى . والخلايا المعصورة بينها تصبح **الخلايا العظمية النهائية** . وفي الاسماك غير دائريات الفم والجماعات الشبيهة بالقروش ، تتكون **العظام الفشائية** او **العظام الادمية** على كل سطح الجسم تقريبا (بما في ذلك التجويف الفمى) ، لتأخذ شكل صفائح كبيرة في الجزء الامامى للجسم ، وحراشيف او قشور عظمية على الجلد والدليل . وفي حالة عدم وجود الحراشيف العظمية او الغطاء العظمى الخارجى للجسم في الفقاريات العليا ، يقتصر تكوين العظم الادمى على منطقة الراس والكتف فقط .

اما طريقة تكوين **العظم الداخلى** فهي مختلفة تماما ومعقدة كثيرا عن الطريقة السابقة (شكل ٩٣ ، ٩٤) ، فهي تمنى في بادىء الامر اطلاق العظم محل الضروف الجنينى ، غير ان جزءا لا بأس به من هذه العملية يحتوى ، كما سنرى ، على تكوين العظم مباشرة على النمط الفشائى خارج الضروف .

وفي التراكيب الداخلية النموذجية مثل عظام الطرف الطويلة في رباعيات القدم يأخذ الضروف شكل العظم اليافع في طور مبكر ويحجم دقيق . ويبدأ

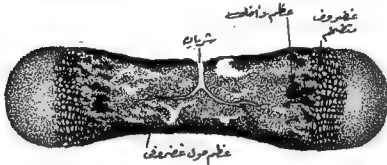


شكل ٩٢ : مقطع من عظم آدمي للجمجمة في طور مبكر من التكون .
 يلاحظ تكوين صفيحة رقيقة من المادة الخلالية للعظم ، محاطة بخلايا مولدة
 العظم ، وبعض هذه الخلايا سوف يبقى كخلايا عظمية في العظم النامي
 (عن نغزل ، علم الأنسجة ، ماكجرو - هيل) .

تحور الفضروف وتكلسه بالقرب من منتصف طوله ؛ إذ تنتفخ الخلايا وترتب
 نفسها في أعمدة تتكلس المادة الخلالية بينها . وتدخل الأوعية الدموية من
 السطح حيث يكون الفضروف مهشما في هذه المنطقة ويحل محله العظم .
 وتستمر عملية الاحلال من هذه المنطقة المركزية تجاه اطراف القطعة الهيكلية
 مكونة الساق او جسيم العظم .

واذا ما أخفق الفضروف الجنيني في النمو ، فسوف يحل العظم محله
 تماما وبأقصر طريقة . ولكن النمو الطولي للفضروف - عن طريق التمدد
 الداخلي أساسا - يستمر متقدما بنفس درجة التمعظم الذي يحدث خلاله .
 وهكذا يتود الفضروف الطريق الطويل لنسيج العظم الذي لا ينتهي حتى
 يصل الى حجمه البالغ . ويوقف النمو عند اتمام التمعظم ، إذ ان القطع
 الهيكلية الداخلية عادة ما تتمفصل عند نهايتها مع القطع المجاورة ولا يضاف
 العظم على اسطح التمعصل .

وفي الفقاريات الدنيا عامة يبدأ تعظم العظام الداخلية من مركز معد وتكون نهاياتها منضرفة غالباً حتى في الحيوان اليافع . وفي الثدييات (وفي الزواحف بدرجة محدودة جداً) توجد تعظلمات إضافية تعرف بالكراديس (شكل ٩٤) ، وهي تنمو بوضوح عند نهايات العظام الطويلة ، أو على زوائد واضحة تستخدم لاتصال العضلات . وهذه المراكز الإضافية قد تحدث تعظماً (ومن هنا كانت التقوية) في منطقة التمثفصل للعظم قبل ان يتم نمو الساق بوقت طويل . ويوجد شريط طويل من الغضروف بين الساق والكرادوس .



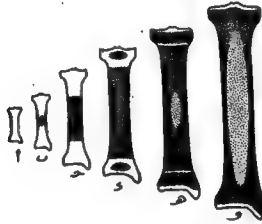
شكل ٩٣ : مقطع في عظم مشط يدوي في جنين حيوان بدئي ، حيث يأخذ التعظم طريقه في الساق (موضح باللون الأسود) . بينما يحدث تعظم حول غضروفي على السطح . ونهايات الساق مكونة من غضروف يتضخم كلما اتجهنا نحو الوسط . اذ تنتفخ الخلايا وترتب نفسها في صفوف ثم تتكلس . ثم يتبع ذلك احلال العظم الأدمي محل الغضروف .

وقد يظهر من اول وهلة ان هذا الشريط الغضروفي حامل نسبياً ويكون منطقة لا وظيفة لها ، ولكنه في الحقيقة على جانب كبير من الأهمية : اذ يمثل منطقة النمو الوحيدة ، حيث ان الغضروف هنا ينمو نمواً مستمراً ويحل محل العظم بانتظام من الساق والكرادوس . وبمجرد اختفاء هذا الشريط الغضروفي ينلمح الساق والكرادوس ويتوقف النمو .

ورغم ان جانباً كبيراً من تكوين العظم الغضروفي الداخلي يحدث بطريقة احلال العظم محل الغضروف فليست تلك كل القصة كما يترأى للمراء ، فالغضروف الاصلي ضيق جداً وتتسع نهاياته كثيراً باستمرار النمو . فاذا ما تكون كل ساق العظم من غضروف احلالى لاخذ في تكوينه اليافع شكل

زجاجة ساعة ولاصبح له جزء وسطى رفيع جدا . ولكن يتلاشى هذا القصور باضافة طبقات من **العظم الداخلى** حول الساق مباشرة تتكون على نمط العظم النشائى . وبدا يكتسب الساق سمكه الضرورى فى شكله اليافع .

وقد كان يظن أن تكوين العظم الداخلى فى الفقاريات العليا مثال لاعادة تاريخ نشوء المجموعات الحيوانية فى تاريخ نمو الفرد . وكان من المعتقد أن الحالة الضرورية للميكل فى دائريات الفم والقروش حاله بدائية توازيها ، بالتأكيد ، حالة الغضرفة الموجودة فى جنين الفقاريات العليا . بيد أن الأدلة الثابتة ، التى استعرضناها فى الفصل الثالث ، تخالف هذا الظن وتوحى بأن الفقاريات البدائية لها هيكل متعظمة فى الطور اليافع ولا دخل هنا لنظرية الاعادة .

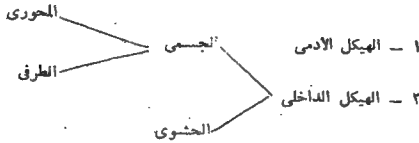


شكل ٩٤ : نمو وتمظّم عظم طويل فى حيوان ليدى . ١ - مرحلة غضروفية ب ، ج . تكوين عظم اسفنجى داخلى (نقط داكنة) وماكن حول غضروفى (اسود) د . ظهور كردوس عند كل من نهايتى الساق . هـ ظهور تجويف نخاع (نقط فاتحة) نتيجة لامتصاص العظم الداخلى . ويتركز نمو العظم فى الشرائط الرقيقة من الغضروف النشائى النقط بين الساق والكردوس فى « و » يلاحظ اندغام الساق مع الكردوس مع ترك جزء غضروفى للتبفصل عند اسطح نهايات العظم ، كما يتسع نخاع العظم نتيجة لتلاشى سمحات العظم فى الوسط واصفاة عظم جديد فى السطح الخارجى (عن آرى)

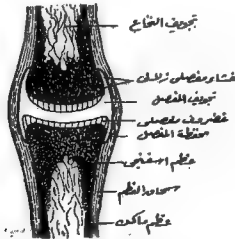
وإذا كان الاقتراح وجيباً ، فلماذا ، إذن ، هذه الطريقة المثوية لتكوين العظم ؟ وما الحكمة في وجود غضروف على الإطلاق إذا لم يكن يمثل « بقايا سلفية » ؟ . ويمكن استنتاج الإجابة من هذه الأسئلة من الحقائق التي تشير إلى أن العظام الفائرة في الجسم هي التي تظهر على شكل غضروف فقط ، أما العناصر الأدمية التي تكون عادة على شكل صفائح في طبيعتها ، وليست لها أية اتصالات عضلية رئيسية أو منفصل مع القطع الهيكلية الأخرى ، نستطيع أن تنمو دون أية صعوبة بإضافة عظم جديد إلى أسطحها وحافاتها . غير أن القطع الهيكلية الداخلية للأطراف والعمود الفقري ومحفظة المخ تكون عادة متصلة بطريقة معقدة بالتركيب الهيكلية الأخرى ، وقد تكون لها ملاقات معقدة بالعضلات والأوعية الدموية والأعصاب خاصة في اتجاه نهايات عظام الطرف . فهي لا يمكن أن تنمو بإضافة طبقات جديدة من العظم على أسطحها ، كما أنها لا تستطيع أن تتمدد إذا ما تكونت من عظم . لهذا يتطلب نمو هذه التركيب وجود مادة لينة تستطيع أن تنمو دون أحداث أدنى خلل في علاقتها السطحية . والفرض بما له من قدرة على النمو بالتعدد أو الاتساع الداخلي هو النسيج الجنيني النموذجي الذي يلائم هذا الفرض . وباستثناء التنكس الذي قد يحدث ، كما في الأسماك والبرمائيات المتنوعة ، نجد أن العظم هو الهيكل الطبيعي في الطور اليافع ، ويكون الغضروف عنصراً مساعداً جنينياً لا غنى عنه .

المفاصل : تنصل العظام أو المفاريف بعضها ببعض بواسطة تركيب من طرز مختلفة . ففي عظام الجمجمة - حيث تكون الحركة غير ضرورية أو مطلوبة - نجد أن القطع تنصل بعضها ببعض اتصالاً وثيقاً ، وأن خطوط الانفصال - الدروز - بين قطعتين تظل واضحة أو قد تندغم القطعتان تماماً في الحيوان اليافع . ويعرف هذا الاندغام غير المتحرك بين العظام بالمفصل الأصم ، بينما يعرف المفصل المتحرك بالمفصل الثاني (شكل ٩٥) حيث يتكون تجويف مفصلي واضح محتله سائل .

تصنيف العناصر الهيكلية : يشمل الهيكل ضرباً كثيرة من قطع مختلفة في شكلها وتركيبها ووظيفتها وموضعها وأصلها الجنيني ، وهي مرتبطة بعضها ببعض بطرق مختلفة . ويصعب تصنيف هذه القطع الهيكلية ، فبالرغم من عدم وجود طريقة مرضية تماماً ، إلا أننا نتبع هنا النهج التالي تحت مجموعات رئيسية :



لقد لاحظنا سابقا التمييز الجنيني الواضح بين العظام المكونة من أغشية في الطبقات الأمامية للجلد والقطع العظمية الداخلية النائرة . كما يمكن أن نميز في القطع النائرة بين مجموعتين غير متساويتين في الحجم . فالهيكل الحشوي يشمل الفصاريق أو العظام المصاحبة للخياشيم . وكذلك القطع الهيكلية (مثل غضاريف الفك) المشتقة منها . وهذه كما سنرى لها عادة أصل جنيني مختلف تماما عن معظم باقى الهيكل الداخلى الذى نسميه هنا الهيكل الجسمى . ويشمل الأخير الفقرات والضلوع (ان وجدت) ومحفظة المخ في كل الفقاريات ، وتعرف هذه التراكيب بالهيكل المحورى . والأطراف المزدوجة موجودة في معظم الفقاريات وهى واضحة بالخاصة في رباعيات القدم ، وبالرغم من أن تراكيب الأطراف والأجزاء تابعة للمجموعة الجسمية من الهيكل العام إلا أنه يمكن تمييزها كهيكل طرفي .



شكل ٩٥ : رسم تخطيطي يبين المفصل الثاني النموذجي (من آدم)

وفي بعض الحالات ، نجد أن الوحدات التركيبية للهيكل اليافع تحتوي على قطع مشتقة من صنفين أو أكثر . فمثلا ، يحتوي جزاء العظم عادة

على كل من المكونات الأدمية والهيكلية الداخلية ، أما الفك السفلي في كثير من الأشكال فيشمل عناصر أدمية وحشوية معا . أما الجمجمة فهي أكثر تعقيدا من الجميع ، إذ تحتوى على تراكيب أدمية ومحورية وحشوية كما في الأسماك العظمية وققاريات اليابسة .

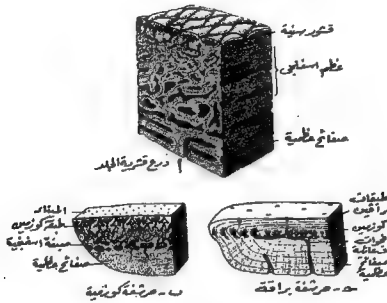
الهيكل الأدمي

الأسماك : لا يحتوى الجلد في معظم أجزاء جسم كثير من ققاريات اليابسة على أجزاء هيكلية صلبة وإنما توجد تراكيب عظمية أدمية في منطقة الرأس على الأقل . وتشير الدلائل الحفرية إلى أن الأسلاف الفقارية كانت محاطة بدرع مكونة من عظام أدمية أساسا ، وكانت مثل هذه الدرع تغلف معظم مصفحات الجلد اللافيكية القديمة تماما ، كما كانت تغطي كل الجسم أو جزءا منه في معظم الأسلاف الفكية البدائية ، قشرية الجلد ، ولا تزال موجودة في معظم المجموعات الكبيرة للأسماك العظمية . ولا توجد الدرع في دائريات النمل ، وتكون على هيئة قشور سننية جلدية في الأسماك شبيهة القروش . وهذه الحالات ، التي كان يظن في وقت ما أنها بدائية ، تعتبر الآن بكل تأكيد حالة منكسة .

وكان لمصفحات الجلد القديمة وكثير من قشرية الجلد نمط تركيبى دقيق للحرشيف والصفائح ، وقد ظل هذا النمط موجودا ، مع بعض التغييرات ، في الأسماك العظمية البدائية (شكل ١٩٦) . فتوجد طبقة متوسطة من عظم اسفنجى يحتوى على أوعية دموية بين طبقات خارجية وداخلية مائكة . أما السطح الخارجى فكثيرا ما كان من خرفا بقنازع وتنوعات مكونة من مادة شبيهة بعاج السن (قارن الفصل ١١) ، لها تجويف « لى » من أسفل وطبقة سطحية من مادة صلبة مشابهة لمينا السن . وحقيقة كان التتوء شبيها بالسن ، ومن المحتمل جدا أن تكون الأسنان مشتقة فعلا من مثل هذه التراكيب .

ونمة طرازان من التراكيب الحرشفية والصفائح كانا موجودين في الأسماك العظمية المبكرة . ففي الأسماك لحمية الزعانف البدائية ، كانت هناك **هراشيف كوزمية** (شكل ٩٦ ب) وسميت كذلك لأن التتوء مكون من مادة كوزمين الشبيهة العاج ، غير أن لها قنيات متفرعة ، وليست بسيطة ،

معتمدة بداخلها من تجويف اللب . ومثل هذه الحراشيف كانت موجودة في الاسماك فسية الزعانف النموذجية والاسماك الرئوية المبكرة ، ولكن أصبح تركيبها مبسطا في الجماعات اللاحقة في كلتا المجموعتين . وتتكون الحراشيف في الاسماك الرئوية الحديثة من طراز ليفي او جلدي من العظم المنكس .



شكل ٩٦ : تركيب الصفائح الادمية والحراشيف في القاريات البدائية
 ا - قشرية الجلد الديفونية . ب - عرشة كوزمية لفسية الزعانف البدائية .
 ج - عرشة براقية لسمكة مشععة الزعانف قديمة .
 (عن كير وجودرش) .

وفي الاسماك مشععة الزعانف البدائية كانت الحراشيف اليرازقة الحقيقية موجودة (شكل ٩٦ ج) ، وهي مختلفة عن الطراز الكوزمي ، إذ تكونت فيها في أثناء نموها طبقات متتالية من مادة لامعة شبيهة بالبيتا تسمى البراقين . وقد نتج عن ذلك ظهور طبقات من العظم المياكن على سطحها الداخلي . وخاليا لا يزال طراز الحراشيف البراقية موجودا في البوليسترس الافريقي واين منقار ، وفي الاسماك كاملة التنظم الحديثة تختزل الحراشيف (كما في الاسماك الرئوية) الى تراكيب رقيقة بسيطة من مادة مرنة شبيهة بالعظم .

ودعم فقتنا بأن دائريات اللغم منحدرة من اسلاف مدروعة ، فإن جلدها خال تماما من أى درع . وفى الأسماك القضيروية توجد احيمانا شوكات زعنفية من مادة شبيهة بالمعاج ، إلا أن الجلد فى أى مكان آخر فى الجسم عار فيها عدا وجود القشور العنسية الأدمية أو « الحراشيف القرصية » المنزلة (أشكال ١٧٢ ص ١١٢ ؛ ٩٧ ، ٢١٦ ص ٢٣٨) وهذه تشبه الأسنان فى تركيبها ، حيث أن لها تجويف اللب ومادة سن من المعاج ، وسطحاً لامعاً من الميناء . وكان من المعتقد فى وقت ما ، أن الصفائح الأدمية والحراشيف الحقيقية قد نتجت عن اندغام مثل هذه القشور السنية ، ولكن يبدو الآن أن العكس هو الصحيح ، فالقشور السنية الأدمية هى البقايا السطحية الأخيرة من الدرع السالفة ، أما طبقاته الفائرة فقد اختفت أو « ذابت » .

والجزء الأمامى من الجسم فى الأسماك ذوات الجلد المدرع ، مغطى بصفائح عظمية كبيرة ، وليس بحراشيف منتشرة فوق الراس ومنطقة الكتف والخياشيم . وفى مصفحات الجلد وقشرية الجلد الكلدانية تتنظم هذه الصفائح فى أنماط مختلفة تصعب مقارنتها بتلك الموجودة فى الأشكال الجديدة.

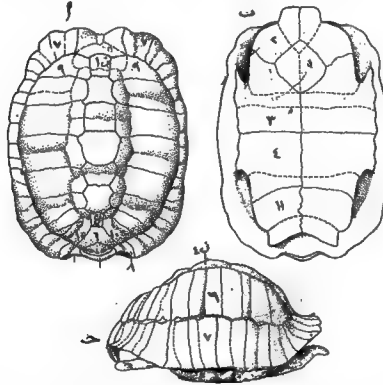


شكل ٩٧ : القشور السنية الأدمية للقرش . ١ - مقطع فى القشرة السنية ،
ب - منظر جانبي وسطحى للقشرة السنية
١ - المعاج ٢ - الأدمة ٣ - سطح صلب للقشرة السنية شبيهة بالميناء .
(معاج زجاجي) ب - البشرة ٥ - تجويف اللب (من دين)

أما فى الأسماك العظمية فيكون النمط العام من طراز أكثر شيوعاً ، بالرغم من أن بعضاً من العظام مختلف تماماً . فيوجد غطاء قرنيوى محدد الشكل ، ويكون جزءاً من الجمجمة النموذجية ، أما الصفائح العظمية فتضم إلى الفك السفلى والسطح الداخلى للغم . كما يوجد أيضاً حزام كتفى أدمى . وسوف نناقش هذه التراكيب فيما بعد . وقد يلاحظ وجود مجموعة من عناصر غطاء الخيشوم التى تغطى منطقة الخياشيم (أشكال ٣٢ ، ١٠٨ ، ١٥٤ ،

تعرف بضلوع البطن في السفيندون والعظامات « السحالي » والتماسيح ، وحتى هذه البقايا الأثرية من الدرع الأصلية قد اختفت تماما في كل من الطيور والثدييات .

ولا يزال الجلد محتفظا بقدرته على تكوين العظم الأدمى ، فقد استعادت كثير من الزواحف وقليل من الثدييات قدرتها على تكوين تراكيب مدرعة . ففي العظامات « السحالي » كثيرا ما توجد حراشيف عظمية أسفل الحراشيف القرنية في البشرة ، كما توجد درع جزئية مكونة من صفائح عظمية شبه مربعة في التماسيح . وقد تكونت في الأرماديلو ، من بين الثدييات ، درقة



شكل ٩٩ : منظر ظهري (١) وبطني (ب) وجانبي (ج) للدرع السلحفاة (تستودو) . تظهر حدود الصفائح العظمية كخط مستمر وحدود الدورات القرنية كخط متقطع .

- ١ - درقة بطنية ٢ - درقة علوية ٣ - درقة لامبية ٤ - درقة سفلية
- ٥ - قفوى ٦ - صفائح شرجية (خلف عصبية) ٧ - صفائح طرفية
- ٨ - صفائح طرفية أخيرة (الحادية عشرة) ٩ - صفائح جانبية ١٠ - درقة
- جناحية ١١ - ١٢ - صفائح عصبية

عظمية ، في حين ان اقاربها البائدة : الجليبودونت . كان لها غطاء عظمي مشابه على درجة عالية من التكوين .

درع السلحفاة (شكل ٩٩) . تعتبر درع السلحفيات من أحسن الدروع تكويناً في كل فقاريات اليابسة الحية أو البائدة . فتحت الدورات الثورية التي تغطي الجسم في معظم السلاحف توجد درقة (قصعة) عظمية ظهريّة مقوسة . ودرقة بطنية مفلطحة . وتتصل الدرقتان على الجانبين بواسطة جسر « كوبري » من العظام . وتتفصلان من الأمام والخلف لمرور الرأس والأطراف والدليل . وتتميز في الدرقة الظهرية سلسلة وسطية من عناصر عصبية فوق العمود الفقري . وتقع على جانبيها عناصر ضلعية مدمجة بالضلوع . وحول حافتها صف من العناصر الهامشية . كما يوجد في الدرقة البطنية أربعة أزواج من الصفائح وعنصر وسطي مفرد . وثلاثة من هذه الصفائح في الجزء الأمامي من الدرقة عبارة عن عظام أديمية متحورة من الحزام الكتفي . أما بقية العناصر في كلتا الدورتين فهي تكوينات عظمية جديدة .

الهيكل المحوري

فقرات الرهليات : كل ما تبقى من التراكيب الهيكلية يكون هيكلًا داخليًا يقع غائرًا داخل الجسم (على عكس العناصر الأدمية السالف ذكرها) ويتكون أساسًا من غضروف في الجنين .

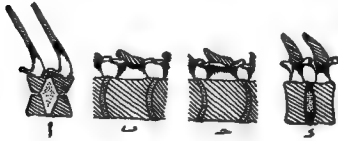
ومعظم هذه التراكيب الداخلية تتبع الجهاز الذي نطلق عليه هنا



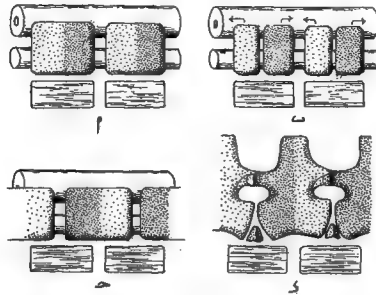
شكل ١٠٠: في اليمين منظر جانبي لفقرتين ذيليتين وفي الشمال لفقرتين في الجذع لحيوان زاحف مبكر

الجسمي ، ويتكون (على عكس مكونات الجهاز الحشوي) من ميزتكيم من اصل ميزودرمي . وباستبعاد المكونات المدعمة للأطراف ، يمكن اعتبار العناصر الهيكلية الجسمية كأنها محورية .

والعمود الفقري أهم تركيب محوري في الجسم ، وهو يحل محل الحبل الظهري في معظم الفقاريات ، ويعتبر الدعامة الطولية الرئيسية في الجسم ، ويمتد إلى أعلى في كل قطعة من قطع الجسم ليحيط بالحبل الشوكي ويحميه . وقبل أن ندرس الاختلافات المتباينة لهذا التركيب في طوائف الفقاريات الدنيا ، علينا أن نبدأ بالتركيب البسيط المتناسق للفقرات التي تكون العمود الفقري في الرهليات (شكل ١٠٠) **فجسم الفقرة** هو العنصر الرئيسي في تركيبها ، وهو قرصي الشكل أساسا ويحل محل الحبل الظهري من حيث الوظيفة . وبدائيا كان الحبل الظهري موجودا بصورة مختزلة جدا في الرهلي البافغ ، مختزقا وسط جسم الفقرة . غير أن هذا التركيب القديم أصبح الآن مختفيا . وفي الزواحف المبكرة كانت أجسام الفقرات مشعرة الوجهين (شكل ١٠١) ولا تزال هذه الحالة موجودة في بعض الزواحف ، غير أن أجسام الفقرات تكون عادة على درجة عالية من التكوين ومتراكبة نهاياتها مع نهايات الفقرات المجاورة (شكل ١٠١ ، بـد) وتسمى الفقرة **عديمة التقعر** إذا كان جسمها مفلطحا عند نهايتها ، و**أمامية التقعر** إذا كانت مقعرة من الأمام ومحدبة من الخلف ، وخلفية التقعر إذا كانت بالعكس .



شكل ١٠١ : مقطع طولى لطرز مختلفة من فقرات الرهليات
 أ - طراز مقعر الوجهين بدائي (لا حظ أن بجسم الفقرة فتحة يمر بها الحبل الظهري . ب طراز خلفية التقعر . ج - طراز أمامية التقعر . د - طراز عديمة التقعر . لكن يوجد تقعر خفيف على الوجهين لوجود قرص بين فقرى (عن جريجوري)



شكل ١٠٢ : رسم تخطيطي يوضح طريقة تكوين فقرات الرهليات من الميزنكيم .
 أ - مقطع راسي في القطع الهيكلية لعقالتين من عقل الجسم يمتد الحبل
 الظهري والحبل العصبى خلفها . واسفل القطع الهيكلية رسم يمثل قطعة
 عضلية في كل عقلة . ب - لاحظ انشطار القطعة الهيكلية الى نصفين امامى
 وخلفي ، يتعدان من بعضهما حتى يندغم النصف الخلفي للقطعة مع النصف
 الامامى للقطعة التى عليها كما في (ج) ، من هذه القطع المتدغمة تنشأ
 الفقرات كما هو موضح في الرسم د - وبهذا يكون موضع الفقرات المتكونة
 بين العقل الجسمية وليست فيها .

وفي جذع بعض الزواحف توجد بين اجسام الفقرات قطع صغيرة بينفقارة
 محشورة بين اجسام الفقرات المتتالية من الجهة البطنية . وفي السراخس
 والثدييات توجد هذه القطع في الذيل عامة ، وتحمل القواسم دموية مركبة
 من زوج من القضبان تمتد بطنيا لتحيط بالاووية الدموية الدالية وتلتقى
 من اسفل لتكون شوكة تفصل عضلات الذيل على كل جانب . وفوق جسم
 الفقرة وعلى كل جانب يمتد القوس العصبى الذى يلف الحبل الشوكى ،
 وتسمح الفجوات الواقعة بين الاقواس المتتالية بمرور الاعصاب الشوكية ،

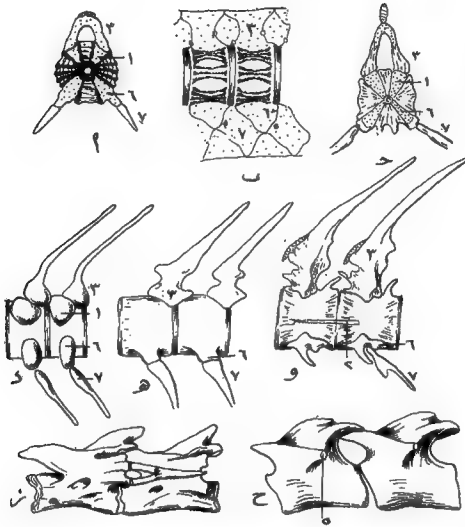
وتلتقى الاقواس من اعلى لتكون الشوكة العصبية ، ويبرز غالبا على
 كل جانب نتوء مستعرض واضح يتصل به نتوء الضلع . وفي رباعيات القدم

وقليل من الأسماك . يتم فصل كل زوج من الأقواس العصبية مع غيره من الأمام والخلف بواسطة زوائد « مقترنة » تعرف بالتنوعات النيرية . وتنشأ التنوعات النيرية الأمامية بأسطح متجهة إلى الداخل وإلى أعلى ، وهذه تقابل مثيلاتها المتجهة إلى الخارج وإلى أسفل على التنوعات النيرية الخلفية للفقرة السابقة .

لقد لاحظنا في أثناء مناقشة تمييز الميزودرم أن هناك نمواً في الميزنكيم في الجزء الوسطى لكل عقلة جسمية ، أي في المنطقة التي تعرف بالقطعة الهيكلية (شكل ٦٨) ، ومن هذه المنطقة تتكون الفقرات . ويمكن اعتبار أن كل فقرة تتكون من قطعة هيكلية مفردة ، حيث أن هناك تماثلاً في العدد . إلا أن ذلك لا يحدث حقيقة وعلى أية حال في الرهليات . فكل قطعة هيكلية تنقسم إلى جزئين ، وكل فقرة تتكون من اندغام الانصاف المجاورة في قطعتين هيكليتين متتاليتين (شكل ١٠٣) . وبشيء من الإمعان نرى أن مثل هذا التكوين الشاذ مفقود وضروري من الناحية الوظيفية . فعضلات الجلد تتصل بالفقرات المتتالية وبالضلوع . وهذه العضلات لها ترتيب عقلي بدائي ، لهذا كان من الضروري أن تتبادل معها العناصر الهيكلية التي تتصل بها ، ويتم ذلك باعادة ضم انصاف القطع العظمية معاً . وهذا يضع الفقرات والضلوع التي تتكون منها في موضع بين عقلي أصيل .

فقرات اللادهيئات : (أشكال ١٠٣ ، ١٠٤) . للأقواس العصبية في مجموعات الفقاريات الدنيا تاريخ متشابه . فالأقواس النموذجية توجد في معظم الأسماك والبرمائيات ، أما في القروش فتظهر عناصر إضافية بين الأقواس العصبية ، وفي الجلكي يوجد زوجان من الأقواس الصغيرة في كل قطعة من قطع الجسم ، وتختفي الأقواس العصبية في الخريقات تماماً .

ولجسم الفقرة تاريخ أكثر تعقيداً (شكل ١٠٥) فلا توجد هذه الأجسام في دائريات الفم ، ويوجد فقط جبل ظهري كبير غير محزز ، ومع ذلك فتعتبر من الفقاريات على سبيل المجاملة . وفي القروش (شكل ١٠٣ ، ١٠٤ ، ب) . تأخذ أجسام الفقرات شكل أسطوانات قصيرة مكونة من طبقات دائرية رئيسية من غضروف (غالباً ما يكون متكلساً) . وبمترض هذه الطبقات ظهرياً وبطنيّاً « على كل جانب » سدادات « من الغضروف تقع أسفل اتصالات الأقواس العصبية والعموية (وهذه الأخيرة تمثلها الضلوع البطنية



شكل ١٠٣ : ١ - وفقرات من جلع الأسماك . ١ - مقطع مرضى في فقرة في القرش (لامنا) يوضح قواعد القوس المحسورة في جسم الفقرات ، المناطق السوداء متكلسة . ب - منظر جانبي لقطعتين من العمود الفقري لنفس القرش . تكون العناصر الموجودة بين الأقواس العصبية انبوية مقلدة حول الحبل العظمى . كما أن عددا من عناصر صغيرة يمثل ضلوعا بطنية قصيرة تقابل الأقواس الدموية . وتغطي قواعد القوس الظهري بقاعدة الأقواس العصبية . ج - يمثل مقطعا مرضيا في فقرة السمكة العظمية (إيسوكس) يتشابه تركيب الفقرات مع تركيب فقرات القرش . د - منظر جانبي لفقرتين في آميا حديثة بين انفصال قواعد القوس الظهري والبطني عن جسم الفقرات الحقيقي . هـ - فقرات آميا يافعة توضح اندغام قواعد الأقواس في جسم الفقرات . و - منظر جانبي لفقرات إيسوكس . قواعد القوس البطني

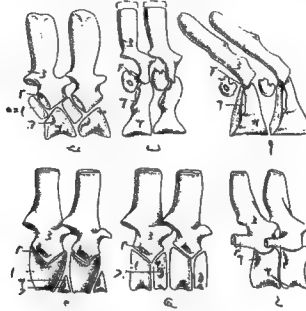
في منطقة الجذع) . وفي الأسماك العظمية توجد نفس قواعد الأقواس في مرحلة مبكرة كتركييب مميزة ، ولكن في الأسماك المتعظمة مثل الأميا وكاملة التعظم تندغم هذه القواعد تماما مع البقية الباقية من جسم الفقرة (شكل ١٠٣ ، ح - ف) عند التضج . وفي خط الأشكال المتحجرة المؤدى الى فقاريات اليابسة ، يبدو ان التعظم في جسم الفقرة مركز في قواعد الأقواس (شكل ١٠٤) . وفي فصية الزعانف السالفة وكثير من البرمائيات اللابريثودونتية القديمة يوجد طراز من جسم الفقرة تكون فيه قواعد القوس الظهرية على هيئة زوج من جنب فقرة صغير تقع عاليا بالقرب من قاعدة القوس العصبية . أما قواعد القوس البطنية المتدغمة فتكون عنصرا كبيرا اسفنجيا من الجانب وهلاليا من الامام أو الخلف ، ويبدو هذا التركيب مماثلا تماما للقطعة بين الفقارة الصغيرة التي رايناها في الرهليات ، وكما هو مبين في شكل ١٠٤ ، ١٠٥ نجد ان معظم اللابريثودونتات البائدة القديمة قد اتجهت الى تحويل بين الفقارة الى تركيب أكبر مكونا العنصر المركزي الوحيد . وفي الخط المؤدى الى الزواحف ، اختزلت بين الفقارة تجاه حالة الرهليات الى حجم صغير أو ضمرت تماما . أما في الخط المؤدى الى الفقاريات العليا فقد اندغمت القطعتان جنب الفقارتين وامتدنا لتكونا جسم الفقرة الحقيقي للرهليات .

وقد لا نستطيع ان نضع هنا في هذه القصة الواضحة للتكوين الفقري في رباعيات القدم الحالات التي نراها في رتب البرمائيات الحديثة (شكل ١٠٣ ، س ، ش) . فاجسام الفقرات عبارة عن اسطوانات بسيطة (بغض النظر عن عدم انتظام اشكالها) حيث لا يوجد دليل على تراكيب منفصلة تمثل جنب الفقاريات وبين الفقارات ، وفي البرمائيات الذيلية واللاقديمة تتعظم اجسام الفقرات مباشرة ، وقد يسبق هذا التعظم تكوين غضروف قليل ، وقد لا يظهر الغضروف على الاطلاق . أما الضفادع والتودات فيتكون جسم فقرة غضروفي للدرجة متباينة في اثناء النمو ، غير انه يتعظم كجزء متكامل مع القوس العصبية في الحيوان البالغ .

تابع شكل ١٠٢ = واضحة بينما غطيت قواعد القوس الظهرى تماما بالأقواس العصبية كما في القرش ، ز - فقرات حيوان ذيلى (تكتودس) ، ش - فقرتان للضفدعة بهما ضلوع قصيرة .
١ - قاعدة القوس الظهرى ٢ - ضلع ظهرى ٣ - قوس عصبية ٤ - ضلع ٥ - نتوء مستعرض ٦ - قاعدة القوس البطنية ٧ - ضلع بطنى ٨ - قوس دموى) . (هن جودوش) .

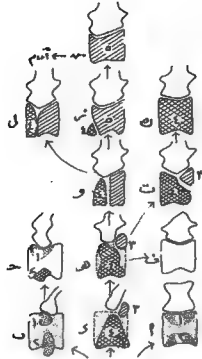
الاختلافات الوضعية في الفقرات

- يمكننا تمييز مناطق مختلفة على طول العمود الفقري في الفقرات العليا ، ويعتمد هذا التمييز بالأخص على وجود الضلوع ، أو عدم وجودها ، أو على التغيرات التي تحدث في طبيعة هذه الضلوع . أما في الفقرات الدنيا فقد توجد الضلوع على كل فقرة من العنق الى الذيل دون استثناء . وقد



شكل ١٠٤ : تطور التراكيب الفقرية من فصية الزعانف الى رباعيات القدم البدائية والزواحف . ١ - فقرتان لفصية الزعانف . يلاحظ ان المنصر المركزي الرئيسي للفقرة هو بين الفقرة الكبيرة ، تظهر اسفينية في المنظر الجانبي وهلالية في المنظر الخلفي ، يلاحظ ايضا وجود جنب فقرات مزدوجة صغيرة . ب - فقرات لبرمائيات اكثر بدائية . لها نفس التركيب السابق . ج - طراز الفقرة مفصلة الاجزاء النموذجي في اللابرينثودونات القديمة . د - طراز الفقرة مجسمة في اللابرينثودونات المتأخرة ، لقد اختفت جنب الفقرات وكونت بين الفقرة جسم الفقرة . هـ طراز الفقرة ذات الحلقيتين ويوجد في الجماعات البائدة القريبة لاسلاف الزواحف ، يلاحظ ان جنب الفقرات قد اتسعت اندغمت لتكون جسم فقرة حلقى الشكل ، كما كونت بين الفقرة تركيباً مشابهاً لكنه رقيق . و - طراز الزواحف البليمايسية حيث اتسعت جنب الفقرات (كما في هـ) وكُوت جسم فقرة حقيقية كبيرة ، وقد اختزلت بين الفقرات .

- ١ - جسم الفقرة . ٢ - اتصال رؤوس الضلع بالبيشفقارة . ٣ - بيتشفقارة . ٤ - قوس عصبى - جتيفقارة (مزدوجة) ٦ - نتوء مستعرض على القوس العصبى للاتصال بنتوء الضلع (١) ب عن جارفك .

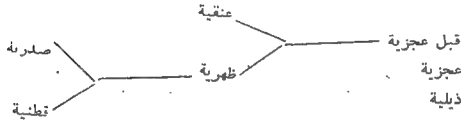


شكل ١٠٥: رسم بخطوط يوضح التسلسل المحتمل في تطور تركيب أجسام الفقرات ٢٠١ - فواعد الأقواس الظهريّة والبطنيّة الموجودة في كثير من الأسماك وهي أجزاء من جسم الفقرة لتدعيم الأقواس العصبية والدعوية أو الضلوع البطنية . علو التوالي . في فصية الزعانف وكثير من رباعيات القدم تمثل قواعد الأقواس بالبين فقرات ٣ - والجنب فقرات ٤ - ، ٥ - جسم الفقرة .

الفخروف منقط في الرسم ، أما قواعد الأقواس فتظهر منطقة تنقيطاً داكناً وجنب الفقرات مخططة ، أما بين الفقرات فمخططة بخطوط متقاطعة . والأجزاء المتعظمة في جسم الفقرة تظهر بيضاء .

(أ) فقرة القرش . قواعد الأقواس مندغمة في جسم الفقرة الغروي . (ب) فقرة أمياجية ، توضح حالة شعاعية الزعانف الأساسية التي تتفصل فيها قواعد القوس من جسم الفقرة . (ج) فقرة الأسماك العظيمة: يتعظم جسم الفقرة ، وتدغم معه قواعد القوس الظهري ، وفي بعض الحالات قواعد القوس البطني أيضاً . (د) فقرة فصية الزعانف من المحتمل أن تكون أساسية في رباعية القدم . يظل معظم جسم الفقرة غشروانياً ، وتتعظم القواعد الصغيرة المزدوجة للقوس الظهري كما تندغم القطع البطنية كتركيب أسفينية (هـ) فقرة قدم البرمائيات المعروفة ، مثل فقرات فصية الزعانف . (و) طراز من الفقرات يؤدي إلى حالة الزواحف من بين اللابريثودونات الحفرية . لقد كبرت جنب الفقرات واندمجت لتكون جسم فقرة حقيقي حلقي الشكل . (ز) فقرة الزواحف البدائية لقدم الفقرة على حساب بين الفقرات التي اختزلت كثيراً . (ش) فقرة زواحف متقدمة وطيور وندبيات . اختفت بين الفقرات وأصبح جسم الفقرة يمثل جنب الفقرة المتدعمة . (ف) فقرة البرمائيات الحديثة . يتعظم جسم الفقرة بقرص مستدير مع عدم وجود قواعد للأقواس . (ت) تركيب الفقرة مفصلة الأجزاء في اللابريثودونات . بين الفقرة تركيب كبير أسفيني الشكل وجنب الفقرة صغيرة . (ك) فقرة جسمة المركز في اللابريثودونات المتأخرة اختفت الجنب فقرات وكونت البين فقرة جسم الفقرة . (ل) فقرات الحلقيين في اللابريثودونات البائدة . الجنب فقرات والبين فقرات كونت حلقات كاملة .

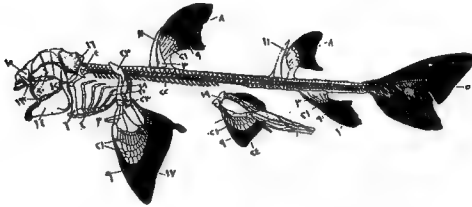
نستطيع تمييز **المنطقة الذيلية** من العمود الفقري حيث توجد اقواس دموية نموذجية في الجهة البطنية لل فقرات يعكس منطقة الجذع . وفي فقاريات اليابسة يكون اتصال الحزام الحوضي بالعمود الفقري **منطقة عجزية** بين القطع قبل العجزية والذيلية في الجسم . وقد تقصر الضلوع أو تندغم أو تختفي في اعناق هذه الحيوانات (كما سوف نشر اليه فيما بعد) وبذا تكون **منطقة عنقية** مميزة عن **المنطقة الظهرية** للجذع . وفي الجذع تقصر الضلوع الخلفية أو تختفي كما في الثدييات . بحيث يمكن تقسيم فقرات الجذع في هذه الطائفة الى **منطقة صدرية** تحمل ضلوعا وأخرى **قطنية** بدون ضلوع . ومن هنا يمكن أن نبني كلما ارتقينا أو « تسلقنا شجرة الفقاريات » سلسلة من التقسيمات كما يأتي :



ويختلف عدد الفقرات كثيرا في الأسماك (أشكال ١٠٢ - ١٠٨) ، أما في البرمائيات البدائية فيبدو أنه كان لها ثلاثون فقرة قبل عجزية أو أكثر (منها حوالي سبع فقرات عنقية) ، وفقرة عجزية واحدة ، وخمسون أو أكثر من الفقرات الذيلية . ومن البرمائيات الحديثة نجد أن للأقدميات الدودية الشكل ما يقرب من مائتي فقرة أو أكثر ، أما الذيليات (شكل ١٠٩) فلها عمود فقري قصير نسبيا . وتوجد في الضفادع النموذجية تسع فقرات بجانب المصعص الذي يمثل فقرات ذيلية مندمجة . وقد كان للزواحف البدائية (شكل ١١٠) حوالي سبع وعشرين فقرة قبل عجزية ، وفقرتان



شكل ١٠٦ : هيكل الجلكي بتروميزون ١ - محفظة سمعية ٢ - جلقية غضروفية حول الفم ٣ - غضاريف القفص الخيشومي ٤ - غضاريف ظهرية لمنطقة الفم ٥ - أشعة أديمية للزعنقة ٦ - غلاف ليفي حول الاورطة الظهري ٧ - رابط طولي بين نهايات التتوءات العصبية ٨ - جبل ظهري ٩ - فتحات المحفظة الشمية ١٠ - غلاف ليفي للحبل الشوكي ١١ - نتوءات عصبية ١٢ - فتحات الحجرات الخيشومية ١٣ - قوس غضروفي حول الحجاج ١٤ - غضروف اللسان (من دين)

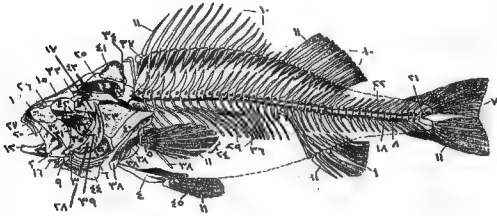


شكل ١٠٧. هيكل القروش (سيستراكيون)

- ١ - زعنفة شرجية ٢ - محفظة سمعية ٣ - عناصر قاعدة للزعنفة
- ٤ - خيشومية قاعدية ٥ - زعنفة ذيلية ٦ - لامي قرني ٧ - كلابات الذكر
- ٨ - زعانف ظهرية ٩ - أشعة ادمية للزعنفة ١٠ - خيشومي علوي
- ١١ - شوكات الزعنفة ١٢ - لامي ١٣ - غضاريف فكية ١٤ - الهي
- ١٥ - محفظة شمعية ١٦ - حجاج العين ١٧ - زعنفة صدرية ١٨ - خيشومية
- بلمومية ١٩ - الحزام الحوضي ٢٠ - حنك مربعي ٢١ - عناصر شعاعية
- للزعنفة ٢٢ - ضلوع ٢٣ - الحزام الصدري ٢٤ - الزعنفة الحوضية
- (البطنية) . (من دين) .

عجزيّتان في معظم الجالات ، وذيل طويل . غير أن هناك اختلافا عظيما في حيوانات هذه الطائفة ؛ فالتمابين لها عمود فقري طويل جدا ، وثمة حالة غريبة نراها في « السفينودون » وأنواع مختلفة من العظاءات « السحالي » إذ توجد نقطة قطع في وسط كل فقرة ذيلية ، يمكن انفصال الذيل عندها . وفي الطيور (شكل ١١١) تكون المنطقة العنقية واضحة بالرغم من اختلاف طولها ، وتميل فقرات الجذع الى الانسحاق . أما المنطقة المعجزية فقد أضافت اليها فقرات ظهرية خلفية وذيلية أمامية لتكون عجز مركب طويل . وينتمي الدليل العظيمي القصير في الطيور بشاحفي ذيلى مركب من فقرات منقعة .

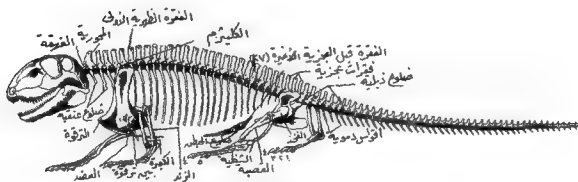
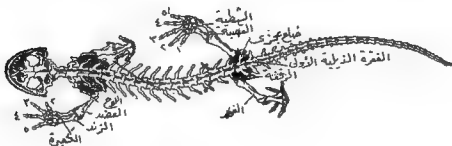
وفي الثدييات (شكل ١١٢) تحتوى المنطقة العنقية على سبع فقرات متساوية في أغلب الأحيان . أما عدد الفقرات الظهرية فتزيد على العشرين عادة ، ويثبت هذا العدد في كثير من الفصائل والرتب ، أما عدد الضلوع ، وبالتالي النسبة بين الفقرات الصدرية والقطنية ، فيختلف ، وأما الدليل فرعيع وقصير عامة .



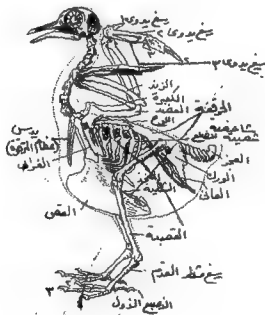
شكل ١٠٨ : هيكل سمكة عظمية (بيوكا) . يختلف شرح بعض عناصر الجمجمة هنا عما هو موجود في شكل ١٥٧ ، ولكنه متبع عامة في الأسماك العظمية .

- ١ - زعنفة شرجية ٢ - عظم مفصلي ٣ - عظم زأوى ٤ - المحزام الحوضي
- ٥ - هيكل الزعنفة الصدرية ٦ - أشعة فطائية ٧ - زعنفة ذيلية ٨ - جسم
- الفقرة ٩ - لاسى قرنى ١٠ - زعانف ظهرية (تندم الزعانف الأمامية
- بشوكات ادمية) ١١ - أشعة ادمية للزعنفة ١٢ - عظم منى ١٣ - عظم
- مصغوى ١٤ - فوق اذنية ١٥ - عظم جبهي ١٦ - خيشومي سفلى (لسانى
- لامى) ١٧ - لاسى لامى ١٨ - شوكة دموية ١٩ - بين فطائى (جزء من قطع
- غطاء الخياشيم) ٢٠ - عظم فكى ٢١ - نهاية الحبل الظهرى فى الدبيل
- ٢٢ - شوكة عصبية ٢٣ - فطائى ٢٤ - زعنفة صدرية ٢٥ - جدارى ٢٦ -
- قبل جبهي ٢٧ - قبل فكى ٢٨ - قبل فطائى (جزء من قطع غطاء الخياشيم)
- ٢٩ - نتوءات دعامية للضلوع ٣٠ ، ٣١ ، ٣٢ - غطاء منطقة الحنك
- ٣٣ - خلف جبهي ٣٤ - جناحية اذنية ٣٥ - مريعى ٣٦ - ضلوع
- ٣٧ - دعلمات الزعانف الظهرية ٣٨ - اجرام منقطة لمحزام الكتف ٣٩ - جزء
- سفلى للقوس الامية ، لربط الحى لامى بالجمجمة ٤٠ - لاسى ذلى (قطعة
- بطنية للهيكل الخيشومى) ٤٥ زعنفة حوضية (من دين) .

ويتحرك الرأس والمجذع فى الاسياك كوحدة واحدة ، اما فى فقاريات اليابسة فالحركة المستقلة للرأس مهمة جدا ، وعادة تخصص الفقرتان الأوليان ، وهما : **الفقرة والحورية** ، لهذا الغرض ، وفى البرمائيات التودجية ينقسم سطح التمعصل خلف الجمجمة ، ويعرفه بال**قبة** ، الى زوج من البروزات **المستديرة فى الجانبين** ، ولذا يوجد على **الفقرة زوج من التجاويف** تبسط فيه هذه البروزات ، وبذلك تستطيع الرأس ان تتحرك الى اعلى او



شكل ١١٠ : هيكل تعميمي لحيوان بدائي من الزواحف (بيلكوزوز العصر البرمي ، هابتودس) .



شكل ١١١ : هيكل الحمامة (ع.ن. هيلممان) .



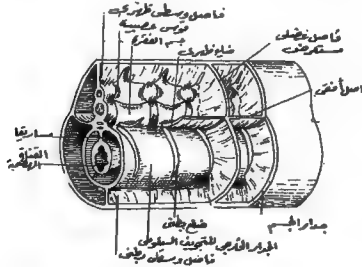
شكل ١١٢ : هيكل عمومي لحيوان ثديي ، ذئب الشجر ، توبايا (من جريجوري) .

أسفل بسهولة ، ومع قليل من الحركة الجانبية . وفي معظم الزواحف والطيور تظل اللقمة مفردة في حين تتحول الفهقة والمحورية (شكل ١١٣) إلى درجة تسمح بسهولة الحركة . وقد تكون القوس العصبية للفهقة مع « بين الفقارة » حلقة يستطيع الرأس أن يلتف عليها إلى درجة معينة . وفي الثدييات ذات اللقمتين ، يتحد جسم فقرة الفهقة على المحورية مكوناً نتوءاً سنياً يقع داخل الفهقة ويساعد على دوران الرأس . وعادة يكون للفهقة شوكة عصبية قوية تستخدم لاتصال الروابط التي تدعم الرأس .



شكل ١١٣ : فقرات الفهقة والمحورية المركبة . ١ - اللقمة المؤخرة والفقرتان الأوليان في حيوان بدائي من الزواحف (فياكودون) ب - نفس المنطقة في حيوان ثديي نموذجي مبينا اندغام العناصر مع بعضها . يلاحظ أن قبل الفهقة في « ١ » تمثل القوس العصبية لفقرة « مفقودة » اندغمت جسمها مع مؤخر الجمجمة . والخط المتقطع في « ب » يمثل مكان النتوء السنّي (١) الذي يمتد إلى الأمام . داخل حلقة الفهقة .
٢ ، ١ - أجسام الفقرات الأولى والثانية ، ٣ ، ٤ - بين فقرات ، ٥ ، ٦ - أقواس عصبية ، ٧ - قبل فهقة .

الضلوع : تعتبر العضلات العقبية في جذع الأسماك الاداة الرئيسية للحركة، فهي تدفع الجسم الى الامام بالانقباض المتعاقب والتموج الناتج للجذع والدليل . وتقع قوة هذه العضلات على عاتق **الفواصل العضلية** التي تتكون من نسيج ضام ، والتي توجد بين العقل المتتالية ، وتتصل الضلوع التي تتكون عند نقط استراتيجية في هذه الفواصل بالفقرات فتجعل المجهود العضلي اكثر كفاية . وفي معظم الأسماك تنقسم كل قطعة عضلية الى جزء ظهري وآخر بطني بواسطة فاصل طولي (شكل ٢ ج، د، ص ، وشكل ١١٤) . ويتكون الضلع عند نقطة تقاطع هذا الفاصل الطولي مع الفواصل العضلية المتتالية وتتكون (**ضلوع ظهرية**) عند هذه النقطة . ويبدو ان الضلوع في البرمائيات من هذا الطراز أيضا . والمكان الذي تتصل عنده الفواصل العضلية بجذر التجويف السيلومي يمثل موضعا ثانيا يمكن للضلوع ان تتكون فيه ، وتعرف مثل هذه الضلوع **بالضلوع البطنية** وهي شائعة في الأسماك وغير موجودة في فقاريات الهابسة . وفي نهاية الجذع في الأسماك تقترب الضلوع البطنية على الجانبين من بعضها لتكون تراكيب على شكل حرف V ، وتعرف **بالاقواس الدموية** التي سبق ان اشرنا اليها في الفقرات



شكل ١١٤ : رسم تخطيطي لمقطع في جذع حيوان فقاري ، يبين جهاز النسيج الضام وعناصر الهيكل المحوري . منظر من الجانب الأيسر كما لو كان مشرعا وأزيلت العضلات من بين الفواصل . تتكون عناصر الفقرات في النسيج المغلف للحبل الشوكي والحبل الظهري ، بينما تتكون الضلوع الظهرية أو البطنية في المكان الذي يتقاطع فيه الفاصل المستعرض مع الفاصل الأفقي أو الجدار السيلومي . (عن جودرش) .

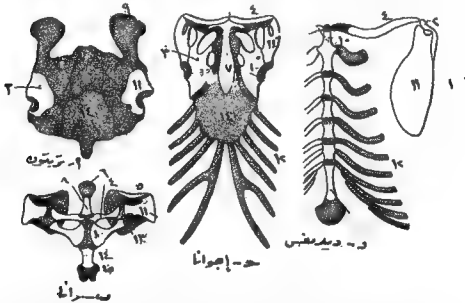
للدليية . وتتكون الضلوع كفضاريى سرعان ما تتعظم تعظما كاملا أو جزئيا فيما بعد ، ولا يحدث هذا التعظم فى الاسماك بالقروش .

وكانت الضلوع فى رباعيات القدم محمولة بصورة بدائية كما فى الاسماك على كل فقرة من العنق الى قاعدة الذيل . اما فى رباعيات القدم الدنيا الاكثر تعميما فالضلوع قصيرة نسبيا نظرا لظهور عنق مرن . غير أن الضلوع الصدرية طويلة وتتصل عادة بتركيب وسطى يعرف بالقص . وفى رباعيات القدم الاكثر بدائية توجد ضلوع قطنية قصيرة ، يتبعها ضلع أو ضلعان من الضلوع المعجزية التى تربط العمود الفقرى بالحزام الحوضى ، كما توجد خلف الحوض عند قاعدة الذيل ضلوع قصيرة يتناقص حجمها تدريجيا كلما اتجهنا الى الخلف . وكانت الضلوع فى رباعيات القدم البدائية مزدوجة السراس ، اذ كان لكل ضلع راس حقيقى يسمى **رؤوس الضلع** متصلة بالبين فقرة فى الجماعات المبكرة ، واخرى اضافية تعرف بنتوء الضلع متصلة بالنشوء المستعرض للقوس العصبية (شكل ١٠٠) . وقد اقترب راسا الضلع بعضهما من بعض فى الضلوع الخلفية بحيث انتقل اتصال الرؤوس الى أعلى وإلى الخلف تجاه النتوء المستعرض . اما الضلوع القطنية والمعجزية الضخمة وكذلك الضلوع الدليية فكانت متصلة اتصالا ثابتا بالفقرات .

غير أن كثيرا من المجموعات الحيوانية قد حادت عن هذا النمط البدائى فى نواح متعددة . فقد اختزلت الضلوع كثيرا فى رتب البرمائيات الحديثة بحيث لم تعد متصلة بالقص ، وهى غير موجودة تماما فى اللافذليات فيما عدا ضلعا معجزيا واحدا . وفى الزواحف كثيرا ما يكون للضلع رأس واحد يتصل بجسم الفقرة أو بالقوس العصبية . ويختزل عدد الضلوع فى العظاءات « السلاحف » حيث تلتحم ثمان منها مع القصعة . وفى الطيور تندغم الضلوع العنقية بالفقرات . اما الضلوع الحرة فيقتصر وجودها على المنطقة الصدرية القصيرة فقط ، كما يدمج الحزام الحوضى بسلسلة طويلة من الضلوع المعجزية ، وتظهر الضلوع العنقية فى المنطقة العنقية فى الجنين ، ولكنها تندغم مع الفقرات فى الحيوان البالغ ، وتختفى الضلوع كلية فى المنطقة القطنية والدليية .

القص : (أشكال ١١٥ ، ١٢٤ ب ، هـ ، و ، ص) . فى الحالة العامة ، كما فى كثير من الزواحف ، يقع القص فى الناحية البطنية كفضروف شبيه بالدرع ، متمفصل مع الحزام الكتفى من الامام ومتصل من الناحية الجانبية

الخلفية والنهايات البطنية للضلوع الصدرية ، وبذلك يلف منطقة الصدر تماما : ولا يوجد مثل هذا التركيب في الأسماك ، أما في الضفادع فكثيرا ما منحوس القص على شكل قضيب . ومع اختزال الأضمة والأطراف ، يختفي القص في البرمائيات اللاحمة والثعابين ، أما في السلحفيات فيتمشى اختفاء القص مع نمو الدرق البطنية أو اللرع . وفي الطيور ينمو القص نموا كبيرا لكي يساعد على اتصال كتل العضلات الصدرية ، التي لها أهمية كبرى في الطيران . وفيما عدا النعام والأشكال الشبيهة التي لا تطير ، فيحمل القص عرقا بطنيا أو زورقا تتصل به العضلات . أما في الثدييات فيستطيل القص على شكل قضيب معقل تتصل به الضلوع عند « العقد » .

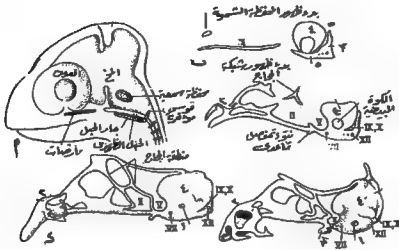


شكل ١١٥ : منظر جانبي للحزام الكتفي والجهاز القصى في مختلف رباعيات القدم (راجع أشكال ١٢٣ ، ١٢٤ ص ٢٢٥ ، ٢٢٦ للمقارنة بالمنظر الجانبية لهذه التراكيب) .

- ١ - السلمندر ب - الضفدعة ج - سحلية د - حيوان ثديي .
- في أ ج - عظام اللوح المتجهة ناحية الظهر غير مرئية ، يترابط الغضروفان الغرابيان على بعضهما في أ كما هو مبين بالخط المتقطع .
- ١ - غرابي أمامي ٢ - نكسوة أحزمية ٣ - لقب غرابي ٤ - رقوة ٥ - كليثرم ٦ - فوق قصي ٧ - بين رقوة ٨ - فص كنفية ٩ - المنطقية قبل الغرابية للصفحة الغرابية ١٠ - قص أمامي ١١ - اللوح (في السلمندر يمتد التعظم إلى مكان العظم الغرابي المختفي) ١٢ - ضلوق قصية ١٣ - فوق اللوح ١٤ - قص ١٥ - قص حنجري . لاحظ أن القطع الغضروفية تظهر منقطة (أ ، ج ، د عن باركر) .

محفظة المخ : محفظة المخ ، التى تتزكب من غضروف أو عظم احلالى ، تكون الجزء الامامى من الهيكل المحورى الذى يتحور بدرجة كبيرة هنا ليناسب اتساع المخ واعضاء الحس الخاصة . وفى معظم الفقاريات تندغم محفظة المخ مع العناصر الهيكلية الحشوية والادمية لتكون الجمجمة ، أما فى الأسماك شبيهة القروش ودائرات الفم فتكون المحفظة جزءا منفصلا لعدم وجود عظام ادمية ، ويعتبر هذا الانفصال حالة ثانوية . ويتكرر تركيب محفظة المخ النضروفية فى القرش (شكل ١١٦) مع بعض الاختلافات ، فى كثير من الفقاريات الدنيا الأخرى (بالرغم من تعظم بعض اجزاها عادة) ، كما توجد أيضا بصورة متحورة فى جمجمة معظم المجموعات الفقاريات العليا .

والجزء الخلفى للمحفظة المخية فى القرش ضيق نسبيا ، وتوجد به فتحة وسطية ، تعرف **بالتقب الكبير** يمر فيه الحبل الشوكى ، وتوجد أسفل التقب **لقمة قذالية** مستديرة تستند الى جسم الفقرة الأولى . وتوسع المحفظة امام التقب بحيث تتضمن **المحافظ السمعية** التى تحتوى على قنوات الأذن الداخلية وأكياسها ، وتضيق محفظة المخ بعد ذلك لتسمح بتكوين حجاج تستقر فيه مقلة العين على كل جانب ، كما يوجد بداخل هذا الجزء الضيق انخفاض وسطى بطنى يضم الفدة النخامية ، وتوسع محفظة المخ ثانية تجاه الامام حيث تنتهى بالبوز الذى تقع على نجانيه **المحافظ الشمية** المحتوية على اعضاء الشم . وثمة فتحات عديدة تعرف **بالتقوب** موجودة فى محفظة المخ ، وتمر منها الاعصاب القريبومية والوعية الدموية ، كما فى شكل ١١٦ . وتفتح القنوات الليمفية الداخلية من الأذن الداخلية ظهريا على السطح الخارجى للمحفظة المخية فى القروش (وليس فى باقى المجموعات) ، على حين تدخل الشرايين السباتية من الناحية البطنية للمحفظة لتمتد المخ بالدم (قارن الفصل ١٥) . وهناك جزء متخصص من عارضة خيشومية هو **العيبة الالامية** (الالامية الفكية) يسند الفكوك ويتمفصل سائبا مع الجانب الخارجى للمنطقة السمعية ، كما تتمفصل النضاريات التى تكون الفكوك هى الأخرى مع محفظة المخ (شكل ١٥٠) . والشائع بين القسروش الحديثة هو ان تتصل الفكوك العليا اتصالا سائبا من الامام مع السطح العلوى لمحفظة المخ ، أما فى القروش البدائية فيكون هناك تمفصل اضافى خلف الحجاج . وبميل هذا التمفصل الاضافى الى الاختزال أو الاختفاء فى

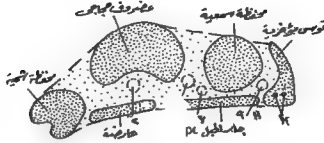


شكل ١١٧ : مراحل النمو الجنيني لمحفظة المخ في السحلية .

١ - رسم تخطيطي للرأس موضعا مواضع المخ والحبل الظهري ، والمراحل الأولى لظهور بعض العناصر الأساسية لمحفظة المخ وهي العارضات وجار الحبل والمحفظة السمنية والاقواس المؤخرية أما المحفظة الشنعية فهي تظهر فيما بعد ، ويزداد نمو هذه القطع وتتدغم مع بعضها في المراحل المتأخرة . وفي السحلية تنمو منطقة الحجاج على هيئة شبكة معقدة وليست على شكل صفيحة الأرقام I إلى XII بين أماكن خروج الأعصاب القرونية) .

١ - الكوة البيضية ٢ - المحفظة الشمية ٣ - قوس مؤخرية ٤ - المحفظة السمنية ٥ - جار الحبل ٦ - عارضات ٧ - تنوء تمفصل قاعدي مع غضروف الفك العلوي . (عن دي بير) .

وفي الجنين الفقاري (شكل ١١٧ ، ١١٨) يكون المخ والحبل الظهري الذي يمتد أسفل إلى الأمام حتى منطقة الفدة النخامية في حالة تكوين متقدم قبل أن تظهر التراكيب الهيكلية ، والعناصر الغضروفية الأساسية لمحفظة المخ عبارة عن زوج من الغضاريف جارة الحبلية تقع على جانبي الحبل الظهري أسفل ساق المخ ، وتوجد أمامها العارضات وهي عبارة ما تكون مزدوجة في معظم الفقاريات لكنها مفردة في الثدييات . وفوق الغضاريف جارة الحبلية تنمو المحفظة السمنية على كل جانب ، وتظهر على هيئة قشرة غضروفية حول الأذن الداخلية ، وتتحوّر قشرة أو عدة فقرات خلف المحفظة السمنية لتكون الاقواس القذليسة ، وقد ينمو بين الصجاجين زوج من

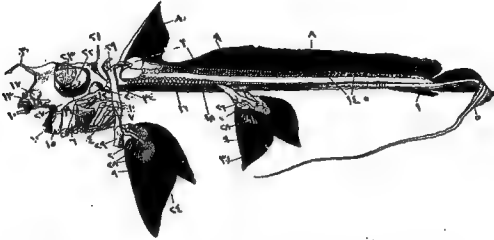


شكل ١١٨ : رسم تخطيطي يوضح للكونات الجنينية الأساسية لمحفظة المخ .
 يلاحظ ان العارضات والقطع جدار الجبلية هي العناصر البطنية الأساسية
 التي يضاف اليها من الخلف قوس او اقواس مؤخرية . وفي المراحل المتأخرة
 للنمو تظهر عناصر ظهرية مثل المحافظ السمية والتسمية والصفحة
 الحجاجية (والآخرية تتكون على هيئة شبكة كما في شكل ١١٧) . وهذه
 العناصر الابتدائية ترتبط مع بعضها فيما بعد بغضاريف فيما عدا اماكن
 لمرور الاعصاب والوعية الدموية .

الصفائح الحجاجية او شبكة من العوارض النضروفية كبديل لها . وتبدأ
 المحافظ السمية في الظهور من الامام .

وفي المراحل المتأخرة تندغم كل هذا التراكيب لتكون محفظة المخ في
 الحيوان اليافع ، غير انها تترك فجوات فيما بينها لمرور الاعصاب والوعية
 المختلفة التي تدخل او تخرج من المحفظة . وفي دائريات الفم تجيد محفظة
 المخ كثيرا عن هذا التكوين (شكل ١١٤٧) . ومحفظة المخ في كاييميرا
 (شكل ١١٩) وضع معين ، فهي قصيرة وعالية وتندغم مع غضاريف الفك
 العلوي ، وتكرر هذه الصفات في الاسماك الرئوية .

الزغائف الوسطية : يكون جسم الفقاريات المائية البدائية ، انسيابيا
 عادة، مع قليل من التفلطح الجانبي في الجزء الخلفي، ويرتبط هذا التفلطح مع
 طبيعة القوة الدافعة الى الامام ، فالحركة الى الامام تنتج عن الحركات من

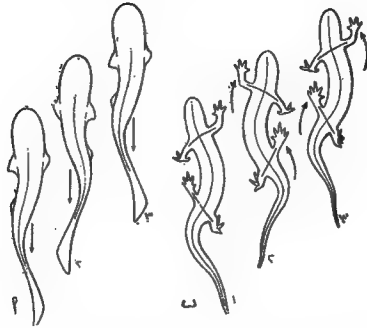


شكل ١١٩ : هيكل انثى الكايبر ١ .

- ١ - زعنفة شرجية ٢ - قاعديات الزعنفة ٣ - دعامات الزعنفة الظهرية
- ٤ - خيشومية قاعدية ٥ - زعنفة ذيلية ٦ - لامي قرني ٧ - خيشومي قرني
- ٨ - زعنفة ظهرية لها شوكة ٩ - أشعة ادمية للزعنفة ١٠ - صفائح سنية
- ١١ - خيشومي علوي ١٢ - لحبي لامي ١٣ - فصاريف في المنطقة الشمسية
- « للشفاة » ١٤ - رابط دعام الزعنفة ١٥ - الفك السفلي (غضروف ميكل)
- ١٦ - فصاريف مناطق الأقواس المصيبة ١٧ - المحفظة الشمية ١٨ - الحبل
- الظهري وبه تكتلات حلقية في النلاف ١٩ - فصاريف غطاء الخيشوم
- ٢٠ - لقمة مؤخرية ٢١ - عرف مؤخر الجمجمة ٢٢ - حجاج العين
- ٢٣ - حاجز بين حجاجي ٢٤ - زعنفة صدرية ٢٥ - خيشومي بلعومي
- ٢٦ - الحزام الحوضي ٢٧ - حنك مريمي متقدم مع الجمجمة ٢٨ - الدمام
- الشعاعية للزعنفة ٢٩ - الحزام الكتفي ٣٠ - صفصوف وسطى علوى للبوذ
- (وهو ليس الكلابية في الذكر) ٣١ - زعنفة حوضية ٣٢ - صفيحة مكونة من
- الفقرات الامامية المنذغة (من دين) .

جانب الى جانب للجسم ، التي تؤثر فيها العضلات الحورية (شكل ١١٢) .
وتسرى الانثناءات المتبادلة التي تحدث متتالية على الجوانب المقابلة في
الجسم الى الخلف بطول الجلد والدليل ، دافعة الجسم الى الامام متمدة
في ذلك على الزعنفة الذيلية المنبسطة في مؤخر الجسم .

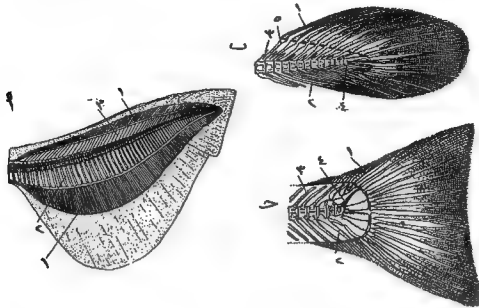
وبدون مساعدة زعانف أخرى غير تلك الذيلية في الاتزان والتوجيه تصبح
هذه الحركات الدفعية غير منظمة (كما في حالة ابي ذنبية) . والزعانف
الوسطية الأخرى تشمل الزعانف الظهرية ، وهي واحدة أو اثنتان



شكل ١٢٠ : ١ - مناظر ظهرية لسكة عائمة ، توضح طريقة التقدم في الماء بدفع الجسم الى الخلف ، وتنتج عن ذلك موجات متتالية من الانحناءات . تسرى الى الخلف على طول الجذع والذيل ، فتدفع الجسم الى الامام كما هو مبين في الخطوات ١ ، ٢ ، ٣ :

ب - مناظر ظهرية للحركة في السلمندر . فبالرغم من وجود اطراف الا ان اغلب التقدم يتم بانحراف الجسم عدة مرات متتالية ففي الوضع (١) يلامس الطرف الامامى اليمين والطرف الخلفى الايسر الارض ، فيما ترفع الاطراف الاخرى المقابلة لها الى اعلى . وبانحراف الجسم كما في الوضع (٢) تتجه الاطراف المرفوعة الى الامام (كما هو مبين بالاسهم) ، وعندما تلامس هذه الاطراف الارض ترفع الاطراف المقابلة ومن ثم يحدث انحراف عكسى للجسم يتقدم بالاطراف خطوة اخرى الى الامام كما هو مبين في الوضع (٣) .

والزغفة الشرجية التى تقع خلف الشرج من اسفل الجسم . ويتكون هيكل الزعانيف الوسطية في الفاصل الوسطى الظهرى الذى توجد فيه الاشواك العصبية ، اما في الذيل فيقع الهيكل في الفاصل البطنى الذى توجد فيه الاقواس الدموية . وقد تشترك الاقواس العضلية والدموية اشتراكا مباشرا



شكل ١٢١ - الزعنات الدليبية . ١ - طراز غير متجانس في القروش والسترجون
وسمك المجداف . ب - طراز متساو في بوليبترس . ج - طراز متجانس في
الاسماك كاملة التعظم .

١ - أشعة ادمية للزعنفة ٢ - شوكات دموية ٣ - اقواس عصبية
٤ - الطرف النهائي للحبل الظهري ٥ - شعاعات الزعنفة . في « ج » تمتد
عظام تحت الدليل فيما وراء الشوكات الدموية (عن دين) .

في دعامة الزعنفة الدليبية (شكل ١٢١) . وفي الاسماك كاملة التعظم تكون
الاقواس الدموية الطرفية دعامات منبسطة تسمى تحت الدليل ، ولا توجد
مثل هذه الدعامات المباشرة في الزعنات الظهرية والشرجية . غير ان الزعنات
مدعمة بشعاعات (مصطفة احيانا في صفيين) تتمفصل عند قواعدها مع
الاقواس البطنية او الدموية ، وغالبا ما تكون منفصلة من هذه التراكيب
(اشكال ١٠٧ ، ١٠٨ ، ص ٢٠٧ ، ٢٠٨ ، وشكل ١١٩) . وبدائيا يبدو
ان الشعاعات امتدت كثيرا داخل الزعنفة ، كما هي الحال في القروش
المعاصرة ، بيد انها لا تمتد في زعنفة شعاعية الزعنات التي تدعمها أساسا
شعيرات الزعنات (قارن ص ١٣٣) ، وفي الكايميرا وكثير من القروش ، تحمل
الزعنفة الوسطية اشواكا امامية قوية تعمل على قطع تيار الماء في انثناء
العمود ، وقد كانت هذه الاشواك موجودة على الزعنات الوسطية في الاكانثوديات
المتحجرة (شكل ١٢٠) . وفي بعض مصفحات الجلد الدنيا (شكل ١٨)

نجد صفوفا من الأشواك الظهرية للمحافظة على توازن الجسم .
ومن المحتمل أن هذه الأشواك كانت تمثل التركيب الأساسى الذى نشأت
منه الزعانف الوسطية على مر العصور .

وتوجد ثلاثة طرز رئيسية من الزعانف الدبالية فى الأسماك ؛ فالزعنفة
غسيرة المتجانسة طراز شائع فى القروش (أشكال ٢١ ، ٢٢ ب)
حيث تنحرف نهاية الجسم الى أعلى ، وينمو الجزء الأكبر
من الزعنفة أسفلها . وينتشر هذا الطراز الزعنفى للذيل فى قشرية الجلد
(شكل ٢٠) وفى كل الأسماك العظمية الأكثر قدما ، ولا يزال موجودا
فى بعض الأسماك العظمية الحديثة المعاصرة ، مثل ستريجون والمواق (سمك
المجداف) أشكال ٢٧ ، ٢٨ ، ٢٩ ، ٣٠) وميادنة هذا
التركيب للزعنفة الدبالية فى كثير من الأسماك البدائية والقديمة
تدل على أن هذا الطراز من الزعانف هو أقدم الطرز فى الفقاريات . وثمة
طراز آخر مساو له فى القدم هو الطراز **غير المتجانس المعكوس** ، الذى يظهر فى
بعض مصفحات الجلد (شكل ١٨ ب) . ولا يزال موجودا فى يرقات
الجلكى . أما طراز **الزعنفة المتساوية** فيمتد فيه محور الجسم باستقامة
حتى نهاية الذيل ، وتنمو عليه الزعنفة بالتساوى على كل من جانبيه العلوى
والسفلى ، ويظهر هذا الطراز فى البوليبترس وفى الأسماك الرئوية الحية
والسيلدكانس (أشكال ٢٧ ب ، ٢٨ ب ، ١٣١ ب) . وقد
نتوقع من الوهلة الأولى أن هذا التركيب يمثل الطراز
البدائى لزعنفة الذيل ، ولكننا نجد أن هذا الطراز المتساوى للذيل مستمد
من الطراز غير المتجانس فى كل حالة تقريبا . فكل البوليبترس والأسماك
الرئوية الحديثة انحدرت فى أحقاب الحياة القديمة من أسلاف لها زعانف
غير متجانسة ، كما أن كثيرا من فصية الزعانف البائدة والمعاصرة لها زعانف
ذيلية متساوية ، فى حين أن الجماعات الأكثر بدائية فى هذه المجموعة كانت
زعانفها غير متجانسة . وذبول القوابع والشعاع والكايبريا نحيفة وتشبه
السوط ولها زعانف متساوية (أشكال ٢١ ج ، ٢٢) ، غير أن
هناك مراحل متوسطة معروفة توصلها بالطراز غير المتجانس .

والطراز الثالث الكبير من الزعانف الدبالية هو طراز **الزعنفة المتجانسة**
الذى تميز الأسماك الحديثة السائدة ، مثل الأسماك الكاملة التنظم ، (أشكال

٣٢ ، ٣٣ ، ١٠٨ ذ ، ٢١ ج) ، وهى متساوية ظاهريا فقط وبشرحها يتضح أن العمود الفقري ينحرف بشدة الى أعلى عند نهاية الدليل ، فى حين تمتد الزعنفة كلية الى أسفل . وفى مشعرة الزعانف البائدة والحديثة تظهر مجموعة متكاملة من الأشكال التى توضح انحراف الزعنفة الذيلية من الطراز غير المتجانس الموجود فى أسلافها ، كما توجد أشكال وسطية بين الأسماك البراقة « هولوسيتى » مثل أبى منقار وآميا (شكل ٣١) ، وفى هذه الأسماك يكون الدليل متساويا تقريبا فى شكله الظاهري ، أما فى تركيبه الداخلى فيظهر أنه قد نشأ نتيجة لاختزال المحور المنحرف الى أعلى فى الدليل غير المتجانس .

وفى فقاريات اليابسة ، عدا قليل من البرمائيات البائدة الأكثر بدائية ، نجد أن التراكيب الأصلية للزعنفة الوسطية قد أهملت ، وفى ذيل أبى ذنبية والسلمندر تختفى الدعائم الهيكلية الموجودة فى أسلافها من الأسماك . وبالرغم من أن كثيرا من رباعيات القدم قد عادت للعيشة فى الماء فإن أطرافها - وليست أذيالها - هى التى تعمل كأعضاء للدفع ، كما هى الحال فى سباع البحر والسلاحف والبلر يوزوى البائدة ، وللقياطس وبقر البحر ، من بين الثدييات ، « زعنفة » ذيلية مفلطحة أفقيا ولا تشبه الزعنفة الذيلية السمك تماما . والاكتنوسوريا البائدة أقرب الأشكال التى استعادت تكوين طراز سمكى للدليل ، ممتد رأسيا ومدمم بالهيكل المحورى ، بيد أن الدليل هنا يعتبر من الطراز « المعكوس » وليس الطراز غير المتجانس النموذجى .

العناصر ذات الوضع الشاذ : تعتبر الأنسجة الضامة الجنينية المصدر

الرئيسى لتكوين الأنسجة الهيكلية الطبيعية ، ولا يدعو الى الدهشة ، إذن ، أن تظهر تراكيب غضروفية أو عظمية فى أماكن بها أنسجة ضامة أصلا فى الطرز المختلفة من الفقاريات . فالمظام السسماوية الصغيرة تتكون فى بعض الأوتار ، كما أن عظم الركبة فى الثدييات يعتبر مثلا للنمو الزائد لهذه العناصر . وقد تنمو عظام فى جفون التماسيح ، وقلوب الفزال والبقر . وفى البوز المطوط لبعض الثدييات . كما أن عظم التضييب الذى يتكون فى عضو الإيلاج فى كثير من الثدييات (شكل ١٢٢) مثل شائع لمثل هذه العظام الشاذة ، وهو موجود فى آكلات الحشرات ، والخفافيش والواحم وفى كل الرئيسيات تقريبا (فيما عدا الإنسان) .



شكل ١٢٢ - عظم القضيبي في كلب البحر « القضاة » .

الهيكل الطرفي

ينتمي هيكل الأطراف والأحزمة (فيما عدا عناصر الكتف الأدمية) إلى التراكيب الهيكلية الداخلية من الجهاز الجسمي : وهي تختلف في تكوينها عن العناصر الجسمية المحورية . فيوجد عادة زوجان من أطراف مبشمل الزعانف المزدوجة في الأسماك وأطراف رباعيات القدم . وهذه الأطراف تشمل **الأطراف الصدرية** التي تقع خلف الخياشيم مباشرة في الأسماك ، أو في مكان وسط بين العنق والجذع كما في حيوانات اليابسة ، والأطراف **الحوضية** التي تقع عند نهاية الجذع امام فتحة الشرج أو المخرج مباشرة .

منشأ الزعانف المزدوجة : لم تكن الأطراف المزدوجة معروفة في أسلاف الفقاريات ، فهي غائبة في دائريات الفم . وقلما توجد في مصفحات الجلد اللائكية المبكرة : وضمنية التكوين في كثير من قشريات الجلد القديمة . وقد ظهرت نظريات مختلفة لتفسير منشأ الزعانف المزدوجة : فثمة نظرية مبكرة افترضت أن هذه الزعانف قد نشأت من خياشيم متحورة ، وأن الأحزمة متحورة من عوارض خيشومية : أما الأطراف نفسها فتكونت من فصوص خيشومية كذلك التي تظهر خارج أسطح الخياشيم في القروش الحديثة . غير أن الدلائل الجنينية والمورفولوجية تثبت عدم صحة هذه النظرية ، وأن كانت لا تزال مطبقة على الزعنفة القديمة التي تمثل طرازا وريثيا للزعنفة (أشكال ١٢٩ ، ١٣٠ د) كان مفروضا - طبقا للنظرية - أن يكون بياثيا (لكنه ليس كذلك) .

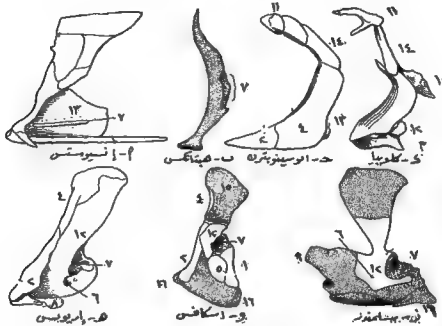
وقد ظهرت نظرية أخرى تعارض النظرية السابقة : وهي نظرية « الثنية الزعنفية » لمنشأ الزعانف المزدوجة . وقد أوضح مؤيدو هذه النظرية أن الزعانف المزدوجة تشبه الزعانف الوسطية في تركيبها الأساسي :

وعلى هذا فتكون قد نشأت على غرارها ، وعلى كل فللزعنفة عادة مجموعة متمركزة من التراكيب الهيكلية تحاط بطبقة من العضلات على كل جانب . ويبدو ان الزعانف الوسطية قد نشأت كأعضاء للتوازن في الخط المنصف للجسم : كما ان الزعانف المزدوجة كانت في الأصل زوائد جانبية تعمل أيضا على توازن الجسم . ثم أصبحت أعضاء للقيادة : وفي قليل من الجماعات التي في مستوى أقل من رباميات القدم لا يوجد للزعانف أى نشاط فعال في دفع الجسم . وفي مصفحات الجلد (شكل ١٨) نجد بعض المحاولات المبكرة تجاه تكوين الزعانف المزدوجة : مثل وجود صفوف من الأشواك الممتدة من قاعدة كل بجانب أو فصوص جانبية بارزة شبيهة بالزعانف الصدوية . ولقد لاحظنا في الزعانف المزدوجة لقشريات الجلد البائدة « نماذج تجريبية » تحتوى على أشواك بارزة متميزة (أشكال ٢٠ ، ١٢٩ ، ١) إلا ان هذه التراكيب في قشريات الجلد مختلفة كثيرا عن الزعانف المألوفة فيما بعد تماما . كما اختلفت كثير من آلات الطيران المبكرة (غير الشاحجة) عن الطائرات الحديثة . كما كان هناك اختلاف في عدد هذه الأطراف : إذ كان « للقرش الشوكى » ما يقرب من سبعة أزواج ، وما ان نصل الى الزعانف النموذجية في القروش والأسماك العظمية . حتى نجد انها أصبحت مرنة بطبيعتها : وعددها زوجان فقط .

الحزام الصدري : العناصر الأدمية (أشكال ١٢٣ : ١٢٤) . كل طرف

مصحوب بحزام يقع داخل الجذع ويعمل على تدعيم هيكل الطرف كما يكون سطحا تنشأ عليه عضلات الطرف . ويتركب كل حزام في بادئ الأمر من غضروف داخلي أو من عظم يحل محل الغضروف في أثناء التكوين . ويقع الكتف في المنطقة الأمامية من الجسم . وفي الأسماك المبكرة كانت هناك صفائح عظمية في هذه المنطقة بدلا من القشور الصغيرة التي كانت تغطي الجذع والذيل . وبعض من هذه الصفائح أصبحت ضمن دعائم الأطراف مكونة حزام الكتف الأدمي . وهذا الحزام موجود في كل الأسماك الفكية ، فيما عدا الأشكال الشبيهة بالقروش التي افتقدت كل العظام .

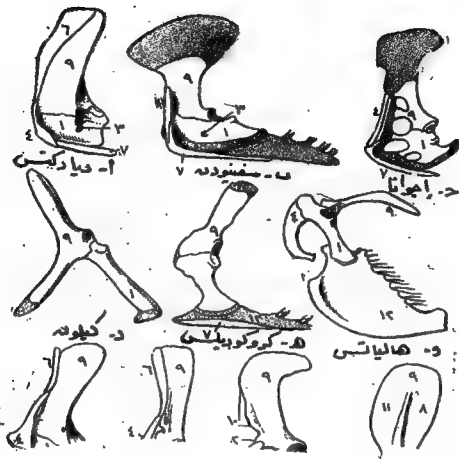
لقد لاحظنا ان معظم قشريات الجلد كانت تحمل درعا عظمية تحيط بمنطقة « الصدر » . وان أجزاء هذه المدرع كانت فيما بعد غطاء أدميا للكتف وذلك بالرغم من ان عناصر الغطاء تشبه تلك الموجودة في الطرز العليا . وفي



شكل ١٢٣ : الحزام الكتفي في الأسماك والبرمائيات .

١ - قشرية الجلد الديفونية . ب - سمك القرش . ج - فصصية الزعانف الديفونية . د - سمك كامل التعظم (الرنجة) . هـ - برمائي في العصر القديم . و - ضفدعة . ز - سلندر (تظهر الضاريف منقطة) يلاحظ وجود حزام آدمي في كل الحالات فيما عدا ب ، ز . وهو مميز جسدا في الأسماك أ ، ج ، د ، اذ يشمل كل القطع فيما عدا عظام اللوح والغرابي ، وفي قشرية الجلد (١) يكون الحزام الأدمي الجزء الجانبي للذراع الصدر . وفي البرمائيات يختزل هذا الحزام أو يختفي ، وفيما عدا القروش يكون الحزام الداخلي صغرا نسبيا في الأسماك ومختفيا جزئيا أسفل العناصر الأدمية، وفي البرمائيات يتسع الحزام الداخلي ويتعظم عادة من مركز مفرد مشابه لمعظم اللوح في الرهليات ، غير أن للضفدعة عظاما غرابيا . ومعظم الحزام الداخلي غصروفي في البرمائيات الحية .

١ - غرابي أمامي ٢ - ترقوة ٣ - غرابي في كاملة التعظم (ويشك في تشابهه مع الغرابي في حيوانات اليابسة) ٤ - الكليشم ٥ - ثقب في الصفيحة الغرابية في الضفدعة ٦ - ثقب غرابي لممرور العصب والأوعية الدموية ٧ - التجويف الأرواح وهو نقطة اتصال الزعنفة في الأسماك ٨ - بين ترقوة ٩ - نتوء قبل غرابي للصفيحة الغرابية ١٠ - كليشم خلفي ١١ - خلف الصدغ ١٢ - اللوح ١٣ - تعظم لوح غرابي مفرد في الأسماك ١٤ - فوق الكليشم ١٥ - فوق اللوح ١٦ - قص (الغصروف منقط) . (١ عن ستنسوند ج عن جارنك ب د ، و عن باركر) .



كل الاسماك العظمية البدائية يوجد نموذج مميز للعناصر الأدمية . وفي الناحية البطنية لكل جانب توجد **ترقوة** صغيرة مماثلة « لعظم الترقوة » المعروف ، وفي الاسماك يوجد فوق الترقوة عظم آخر كبير يسمى **الكليشم** ، يعطوه عظم او عظام كثيرة الى اعلى والى الامام فوق الحجرية الخشومية لتتصل بالحافة الخلفية للجمجمة . ويميز هذا الطراز من الاحزمة كل فصية الزعانف والاسماك الرنوبة ، كما أنه كان موجودا في الاسماك مشعرة الزعانف القديمة ، ولا يزال موجودا في الجماعات البدائية الحية من هذه الاسماك . غير ان الاسماك مشعرة الزعانف المتقدمة قد فقدت عظم الترقوة، مخلفة وراءها عظم الكليشم كغطاء خارجي للحزام المقصوف الداخلي الذي يقع اسفله .

وقد ظلت في فقاريات الباسية البدائية عظام الترقوة والكليشم التي فقدت اتصالها مع الرأس . حتى تتحارب بحرية أكثر . ولم تكن هذه العظام صفائح عريضة ، بل كانت تراكيب ضيقة نسبيا تتصل بالحافة الامامية للحزام الداخلي . وقد ظهر عظم جديد هو **بين الترقوة** على هيئة صفيحة وسطية بطنية تتصل بها النهايات السفلى المتسعة للترقوة . وفي فقاريات الباسية المتأخرة اتخذت العناصر الأدمية مسلكا آخر في حياتها ، كما هو موضح في شكل ١٢٤ . فقد أصبحت الكليشم غير هامة عند بداية عصر الزواحف وكل ما تبقى منها الآن هو قطعة صغيرة قد توجد اعلى الحافة الامامية للحزام الكتفي في اللاذلييات . وقد اختفى الحزام كلية في كل من اللدليات واللاقدمات والثعابين ، وفي كثير من الثدييات . ولا يزال عظم بين الترقوة موجودا في كثير من الزواحف والثدييات البدائية البيوضة ، وفيما عدا ذلك فهو مختف تماما . اما عظم الترقوة فلا يزال موجودا في اللاذلييات والعظاءات « السحالي » والسفنيودن وفي نسبة كثيرة من الثدييات . وعظام الترقوة المندمجة تكون البیدس او عظم الخط او « عظم التمنيات » في الطيور . وتندمج عظام الترقوة وبين الترقوة في السحفيات ، كما لاحظنا في الدرة .

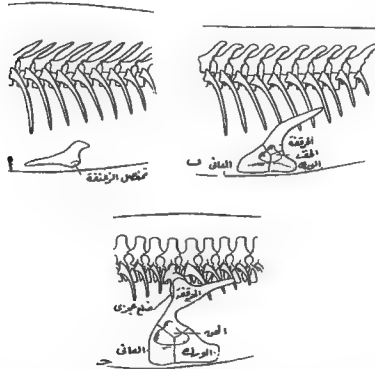
حزام الكتف الداخلية : (شكل ١٢٢ ، ١٢٤) . للحزام الداخلي أهمية أكبر من أهمية المكونات الأدمية ، حيث يتمفصل معه عظام الطرف ، بالإضافة الى كونه مكانا هاما لاتصال عضلات هذا الطرف ، وهو غضروف

في الأسماك الغضروفية ، لكنه يتعظم عادة جزئيا أو كليا في الأسماك الأخرى . وتختلف درجة التعظم في الأسماك الى حد ما ، ولا يعني ذلك الآن ، لكن النمط العام لبناء الحزام الداخلى الذى يشاهد في الأسماك مشابه لذلك الموجود في رباعيات القدم ، ففي وسط كل جانب من الحزام يوجد جيب و عدة جيوب ، لتمفصل عظام الطرف ، فإذا ما تمفصل عنصر واحد في هذا المكان - كما في بعض الأسماك وجميع رباعيات القدم - سعى الجيب **بالتجويف الأرواح** . وتعلو هذا التجويف صفيحة عظمية أو غضروفية منغطة بالحزام الأدمى قد تسمى **الفصل اللوحى** ، وأسفل تمفصل الزعنفه وعند مستوى الجزء السفلى للهيكل الأدمى توجد **الصفيحة الغرابية** . ويظل هذا التركيب موجودا في فقاريات اليابسة البدائية أساسا . غير أن الحزام الداخلى يتسع كثيرا نظرا لاختزال العناصر الأدمية كما لاحظنا . ويتمشى ذلك مع الزيادة في حجم الطرف في رباعيات القدم وحاجته الى دعامة أقوى ومساحات متزايدة لاتصال العضلات . وفي البرمائيات البدائية يتعظم الحزام الداخلى كمعصر مفرد يظهر من الدراسة المقارنة أنه عظم اللوح في الطرز المتأخرة . ويظهر في اللاذليات والزواحف تعظم بطنى ثان يجمصل تعظم **اللوح** مقصورا على النصل اللوحى فقط ، وكثيرا ما يسمى هذا التعظم **البطنى الغرابى** في الضفادع والزواحف ، غير أن هذا التعظم لا يشبه عظم الغرابى الحقيقى في الثدييات ، وعلى ذلك فمن الأفضل أن يسمى **الغرابى الأمامى** . ويوجد في الزواحف والطيور حزام داخلى مكون من هذين العنصرين . بالرغم من وجود اختلاف واضح في الشكل من مجموعة الى أخرى ففي الجماعات البائدة التى ادت الى الثدييات ظهر **الغرابى** الحقيقى في الصفيحة الغرابية من الناحية الظهرية ، واحتل تدريجيا مكان **الغرابى الأمامى** في الزواحف شبيهة الثدييات (شكل ١٢٤ ش - ف) .

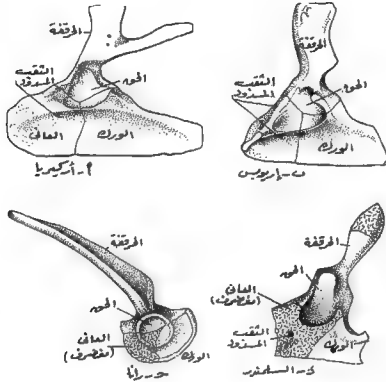
وللثدييات وحيدة المسلك البيوضة حزام كتفى يشبه تقريبا ذلك الموجود في أسلافها من الزواحف . وعند الانتقال الى الكيسيات والثدييات المشيمية يظهر تغيير واضح ؛ اذ تختفى الصفيحة الغرابية المميزة في رباعيات القدم الدنيا كلية ، مخلفة نصل اللوح أعلى التجويف الأرواح ، وبروزا ضئيلا شبيها « بمنقار الغراب » عند الحافة السفلى يمثل العظم الغرابى ويصل اللوح تركيب مزدوج له **شوكة اللوح** ممتدة أسفل الوسط ومنتهية عند **النتوء الأخرى** لتتصل بالترقوة . وتوضح الأدلة أن هذه الشوكة تمثل

الحافة الأمامية لتصل اللوح السفلى ، وأن السطح أمام (أو أعلى) الشوكة يمثل تكويننا جديدا . وتتعلق هذه التغيرات الرئيسية في بناء الحزام بالتغيرات الواضحة في عضلات الطرف (قارن شكل ١٨٦) .

الحزام الحوضي (أشكال ١٢٥ - ١٢٨ ، ١٣٠) . الحزام الحوضي ، في الأسماك متوسط الحجم ، ويكون كل من نصفي الحزام عنصرا غضروفيا أسفينا يقع في الأنسجة الضامة في بطن السمك ، ولا يتصل بالعناصر الهيكلية الأخرى في الجسم . ويلتقي النصفان عادة عند الخط النصف البطني ليكونا الارتفاق العاني .



شكل ١٢٥ - رسم تخطيطي يبين مراحل تكوين الحزام الحوضي والمعجز أثناء نشوء البرمائيات من الأسماك . ١ - منظر جانبي من اليسار لمنطقة الحزام الحوضي في سمكة مبينا العمود الفقري والضلع من أعلى والحزام الحوضي الصغير في الناحية البطنية . ب - نفس المنظر في حيوان برمائي بدائي ، ويوجد في بعض البرمائيات البائدة المبكرة . يلاحظ أن الحزام الحوضي قد اتسع وظهرت به العناصر العظمية الثلاثة النموذجية ، فالحرقة ممتدة إلى أعلى ، وملتصقة بالعمود الفقري بواسطة روابط تربطها بالضلع المجاورة . ج - نفس المنظر كما في ب ، لكن الحزام هنا قد ازداد في النمو ، وقد اتصلت الحرقة اتصالا وثيقا بضلع عجزى كبير .



شكل ١٢٦ - لحزام الحوضى فى البرمائيات .

١ - لابريثودونت بدائى بالذ ، ب - لابريثودونت نموذجى متقدم ، ج - ضفدعة ، د - برملى ذبلى . ويلاحظ وجود تنسوء خلفى بدائى فى الحرقفة فى معظم الزواحف (راجع اشكال ١٢٧ ، ١٢٨) . لكنه مختفى فى معظم البرمائيات وهو نمثل ب بروز صغير فى ب) . وفى اللاذليات تمتد الحرقفة على شكل قضيب مستطيل . ولقد كان العانى متعظما تماما فى البرمائيات البدائية الا انه بقى غضروفيا فى كثير من الجماعات البائدة وكل البرمائيات الحديثة .

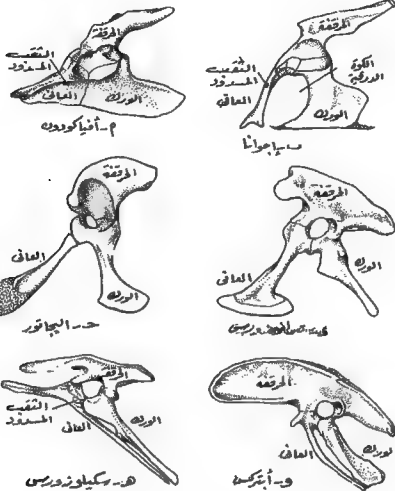
ويزداد حجم الحزام الحوضى فى رباعيات القدم حيث تكون الاطراف الخلفية قوية ، ومن الضرورى ان يتصل الحزام بالهيكل المحورى كى «يثبت» الاطراف ، ويتسع جزؤه البطنى مكونا صفيحة عريضة تتصل بها عضلات الطرف ، وتتعمق هذه الصفيحة فى جزاين ، هما : **العانى اماميا ، والورد خلفيا** . ويخترق العانى ثقب واسع هو **الثقب السيسود** ، الذى يمر به عصب الى جزء من عضلات الطرف . وعند قمة هذه الصفيحة يوجد تجويف **الحق** الذى يبيت فيه رأس عظم الفخذ . ويرتفع جزء من الحزام اعلى الحق فيتصل اتصالا وثيقا بالعمود الفقرى عن طريق الضلوع المجزئة ، ويتسع

هادة ليكون نصلا متصل بظهره عضلات الطرف . ويعرف هذا الجزء من الحزام **بالحرقة** ، وهو تركيب غير معروف في الأسماك .

ويظل هذا التركيب الضروري للحزام الحوضي موجوداً في معظم رباعيات القدم فيما عدا الحالات التي يختزل فيها الطرف أو يختفى . ولا تتعظم الحرقة في البرمائيات الحديثة ، أما في اللاذليات فتكون على هيئة قضيب مستطيل نظراً لقصر العمود الفقري . وهناك تحوران في الصفيحة البطنية للحزام الحوضي للزواحف ، ففي السفينودون والعظاءات « السحالي » توجد فتحة كبيرة تعرف **بالكوة الدرقية** (قلبية الشكل) على هذه الصفيحة مرور عضلة كبيرة للطرف تنشأ في هذا المكان ، أما في التماسيح وكثير من الديناصورات فتتحور الصفيحة بطريقة أخرى ، كما هو مبين في (شكل ١٢٧ ج ، د) ، ففي الجماعات البدائية من مجموعة الزواحف القديمة (وهي المجموعة الكبيرة التي تنبها هذه الزواحف) كان هناك اتجاه قوى للمشي على طرفين ، وكان من دواعي ذلك ، ولسهولة عمل الأطراف ، أن تتصل العضلات بالنهايات الأمامية والخلفية للصفيحة بدلاً من الوسط ، لهذا استطالت نهايات العاني والورك واتجهت إلى أسفل ، في حين ضاقت الجزء الوسطى للصفيحة واتخذ الحزام شكلاً ثلاثي التفرع . وفي الديناصورات الشبيهة بالطيور ، والطيور المنحجرة من الزواحف القديمة اتجه العاني إلى الخلف وأصبح موازياً للورك (شكل ١٢٧ هـ ، و) . وفي مجموعة الديناصورات التي لها مثل هذا الطراز من الحزام الحوضي ، تكونت شوكة أمامية للعاني لتدعم البطن ، ولا توجد مثل هذه الشوكة في الطيور حيث يقوم بدعامة البطن قص كبير (قارن شكل ١١١) .

وإثناء تطور الثدييات تكونت فتحة كبيرة في الصفيحة البطنية (شكل ١٢٨) مقابلة للكوة الدرقية في بعض الزواحف ، غير أن هذه الفتحة على العكس تحتسوى على ثقب العصب البطني ، وبذا تسمى **بالكوة المسدودة** . وفي الثدييات البيوضة والكيبيات ، توجد دعائم بطنية على هيئة زوج من عظام قبل العاني ، وتعرف بالعظام الكيسية حيث أنها تدعم الكيس الذي يحمل الصفار ، ولا توجد هذه العظام في المشيميات .

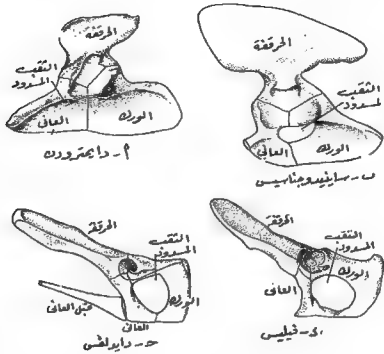
ونتيجة لتغيير وضع الأطراف في الثدييات فقد تحورت عضلات الطرف الأمامية والخلفية كثيراً ، والنف العاني والورك إلى الخلف وأسفل الحق ، أما الحرقة فقد اتجهت إلى الأمام وإلى أعلى لكي تهيء مساحات مناسبة لاتصال العضلات .



شكل ١٢٧ - الحزام الحوضي في الزواحف والطيور .

١ - زاحف بدائي ، ب - سحلية ، ج - تمساح ، د - ديناصور شبيه بالزواحف (ساوريكيا) ، هـ - ديناصور شبيه بالطيور (أورنثيسكيا) ، و - طائر (كوي) .

في ١ ، ب تكون الحرقفة على هيئة نصل منخفض ، أما في البقية فمعرضة ومتسعة كثيرا ، وفي الطيور والديناصورات التي تمشي على قدمين تنمو الحرقفة الى الامام كما في الثدييات (راجع شكل ١٢٨) . وفي الأركوزوريا (ب ، د ، هـ) والطيور المنحدرة منها توجد فتحة في الحق لاستقبال رأس عظم الفخذ ، أما في الزواحف البدائية فتكون العاني والورك صفيحة صلبة واحدة . وفي السحالي تتكون بين العاني والورك كوة درقية كبيرة تنشأ منها عضلة كبيرة للفخذ (السفينودن والسحالف لهما نفس التركيب) . وهذه الكوة مشابهة لتلك التي توجد في الثدييات إلا أن الثقب المسدود في الثدييات هو الذي يختص بتكوينها . وقد يبدو ظاهريا نفس التركيب في الجناور



شكل ١٢٨ - الحزام الحوضي في الزواحف الشبيهة بالثدييات والثدييات
 أ - بليكوسوريا بدائية ، ب - زاحف شبيه بالثدييات ، ج - أبو سوم ،
 د - قط .

الحزام في دايمترومن طراز الزواحف البدائية ، وفي ساينيدوجناسس تنمو الحرقفة كثيرا إلى أعلى ، أما العاني والورك فقد اتجاها قليلا إلى الخلف في الناحية البطنية . وقد اتسعت دائرة الثقبة المسدودة بينها (وهذا الموضع مشابه لكثير من الزواحف الحديثة) وكونت كوة درقية ، أما أبو سوم والقط فلهما حزام من الطراز الثديي النموذجي به ثقب مسدود كبير ، وورك قصير وحرقة رفيعة (إلا أنه في بعض الثدييات الكبيرة تنسع الحرقفة اتساعا ثانويا) . الأبو سوم بكثير من الكيسيات ووحيدة المسلك له زوج من العظام الكيسية لا توجد في المجموعات الثديية الأخرى . (وفي القط كما في بعض ثدييات أخرى ، يظهر عظم اضافي في الحق) .

تابع شكل ١٢ = والساورينسكيوا الحقيقة أن العاني والورك يلتقيان إلى أسفل وأن الحافة البطنية الحقيقية للحزام هي في الواقع الجزء السفلي للعاني والورك . وفي ج ، د يتكون الحزام من ثلاث قطع يكون فيها العاني بسيطاً في التركيب ، أما في هـ فالعاني له بروز آخر مستطيل وبهذا يكون الحزام رباعي التشعب . وفي الطيور يختزل النتوء الأمامي للعاني أو يختفي ، أما في البجاتور فيستعد العاني عن الحق بوجود الورك ، وتمتد منطقة العانة إلى الأمام في البطن على هيئة غضروف ليفي .

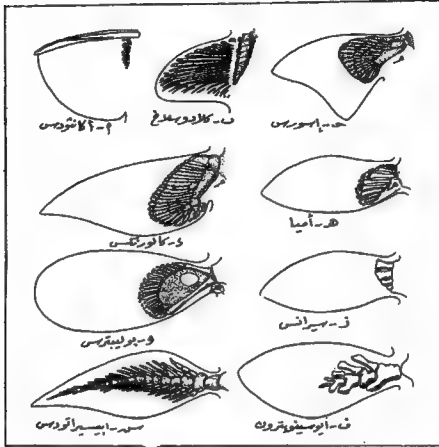
الزعانف المزدوجة في الأسماك : (أشكال ١٢٩ ، ١٣٠) .

لقد سبق أن استعرضنا بعض النظريات الخاصة بمنشأ الزعانف المزدوجة ، وبخلاف عدة طرز بائدة مبكرة عجيبة نرى أن هناك طرازين أساسيين (مع بعض طرز أخرى وسط بينهما) لهياكل الزعانف المزدوجة في الأسماك الحية والبائدة . فطرز **الزعنفة القديمة** واضح في السمك الرئوي ، أبسيراتودس (شكل ١٢٩ ش ، ١٣٠ د) . وفي هذا الطراز يتكون الهيكل من محور رئيسي له فروع جانبية ، وهو طراز موجود أيضا في بعض فصيلة الزعانف الأكثر بدائية ، وعلى هذا فهو بدائي في لخمية الزعانف عامة . والجدير بالذكر أن معظم فصيلة الزعانف البائدة كان لها مثل هذا الطراز الزعنفي في صورة مختصرة (أشكال ٢٩ في ف ، ١٣٠ هـ) يمكن اعتباره سلفا للأطراف الأرضية لرباعيات القدم ، ولا يعرف طراز الزعنفة القديمة في الأسماك الا في مجموعة واحدة من القروش .

أما الطراز الثاني فهو نثية الزعنفة التي وجدت في قروش العصر القديم مثل كلادوسلاخي (أشكال ١٢٩ ب ، ١٣٠ ا) . لقد كانت الزعنفة عريضة عند قاعدتها ولها حركة ضئيلة ، كما كانت أكبر قليلا من كونها عضو توازن أفقيا . وفي القروش المتأخرة والكايميرات (أشكال ١٢٩ ج ، د ، ١٣٠ ب ، ج ، و) ضاقت قاعدة الزعنفة كثيرا للدرجة سمحت بحرية كبيرة للحركة ، أما قواعد العوارض المدعمة للزعنفة فقد تجمعت جنباً إلى جنب ، وتكون حامل أشعة ظفي يعمل كمحور-تتمفصل عليه معظم هذه العوارض ، ومن المحتمل أن يكون طراز الزعنفة القديمة قد تطور بتكوين محور من هذا القبيل .

والأسماك مشعنة الزعانف هي المجموعة التي تدمج زعانف أشعة قرنية وعند قاعدة الزعنفة تتركز العضلات والهيكل الذي يتركب من عدة عوارض قصيرة من الأعظم أو الضروف (أشكال ١٢٩ هـ - ش ، ١٣٠ ش - ت) . وهذه العوارض متوازية كما في القروش البدائية ولكنها قليلة العدد (فيما عدا في جماعات بدائية مثل السترجون) ونتيجة لذلك تكون الزعنفة مرنة ولها قاعدة ضيقة .

والزعانف الصدرية أكبر الزعانف المزدوجة في معظم الأسماك ، فهي تبلغ أحجاما كبيرة في القوايع والشعاعات ، في حين تختزل الزعانف الحوضية



شكل ١٢٩ - الزعانف الصدرية في الأسماك

(مناظر سطحية للزعانف اليسرى في أسماك مختلفة ، وتظهر الحدود الخارجية للزعانف كاملة ، وجميعها فيما عدا (أ) تبين منطقة التمثفصل مع الحزام الصدري من جهة اليمين) .

١ - اكانثودونت باند ، يلاحظ أن هيكل الزعنفة ضعيف التكوين وأن

هناك شوكة تعمل كدعامة للزعنفة وتساعد على قطع الماء أثناء العوم .

ب - قرش بدائي باند تظهر فيه دعامات الزعنفة على هيئة عوارض طويلة

متوازية ، ج - قرش حديث لزعنفته قاعدة ضيقة مرنة ، تتركز فيها

العوارض على محور حامل أشعة خلفي (م) ، د - طراز مشابه في الكايميرات

هـ - طراز مشععة الزعانف البدائية ، للزعنفة عوارض متوازية ومحسور

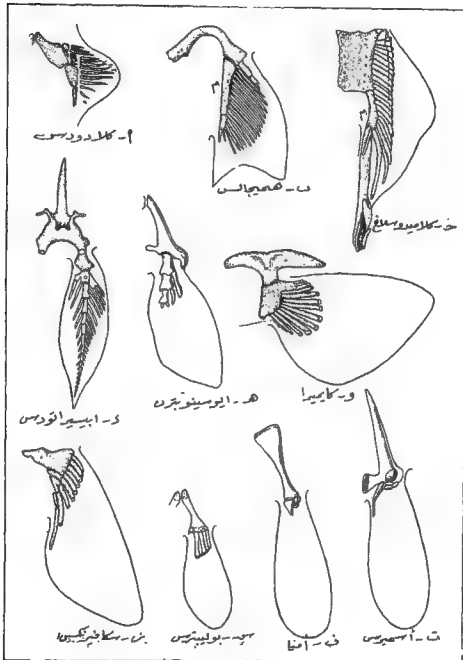
حامل أشعة خلفي ، و - تحور منحرف للطراز السابق هـ ، في بوليترس ،

ذ - زعنفة سمك كامل المنظم لها هيكل مختزل جدا ، ش - طراز الزعنفة

القديمة النموذجي في الأسماك الرئوية الأسترالية ، ف - الزعنفة القديمة

المختصرة في نوع من فصيلة الزعانف البائدة .

(١) ، ن واطسون ، ب عن دين ، ج ، د عن ميفارت) .



شكل ١٣٠ - الزعانف الحوضية في الاسماك . (منظر سفلى للزعانف اليسرى لاسماك مختلفة ، الخط المنصف للجسم ناحية اليسار في الشكل والاتجاه نحو الرأس الى اعلى) .

أو تنعدم في بعض الأسماك كاملة التعظم ، أو تقع في منطقة الكتف (شكل ٣٣ ب) ، أو في مكان أسفل « الذقن » . وتحمل الزعانف الحوضية في ذكر الأسماك الغضروفية كلابات أصبغة تساعد في عملية الإخصاب الداخلي (أشكال ٢٤ ، ١٠٧ ، ١٣٠ ج) .

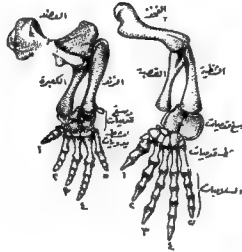
طرف رباعيات القدم :

قد يبدو من أول وهلة أن هناك اختلافا بين أطراف فقاريات اليابسة وزعانف الأسماك ، غير أنهما متشابهان في التركيب الأساسي : فعناصر الطرف في رباعيات القدم تشبه إلى حد كبير تلك التي توجد في كثير من فصيلة الزعانف . كما أن عضلات الطرف المعقدة يمكن أن تنقسم إلى مجموعتين متقابلتين تشبهان العضلات الموجودة على السطحين العلوي والسفلي لزعنفة السمك للزدوجة . ويتركب الطرف في فقاريات اليابسة البدائية من ثلاث قطع هيكلية رئيسية (شكل ١٣١) . ففي كل من الأطراف الأمامية (الصدرية) والخلفية (الحوضية) تكون القطعة القريبة من عظم واحد ، العضد أو الفخذ ، يمتد جانبيا من الجسم . وبعد منطقة الكوع أو الركبة توجد قطعة ثانية راسية تقريبا وتتكون من عظمين . **الزند والكعبرة** في الطرف الأمامي و**القصبية والشظية** في الطرف الخلفي . يأخذ العظم الأول

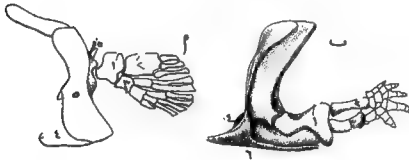
تابع شكل ١٣٠ = تتضمن الأشكال أيضا النصف الأيسر للحزام الحوضي ، إلا في حالات اندغام الانصاف فيظهر الحزام كله في الشكل .
أ - قرش بدائي من العصر الفحمي ، للزعنفة قاعدة عريضة وبها عوارض متوازية دعامية ، ب - أنثى قرش حديث ، للزعنفة تركيب مشابه ، ج - ذكر قرش ، به غضاريف إضافية تدعم الكلابة ، د - الزعنفة القديمة في الأسماك الرئوية الأسترالية ، هـ - الزعنفة القديمة المختصرة في فصيلة الزعانف القديمة ، و - أنثى كايبرا ، الزعنفة مشابهة تماما لزعنفة القروش ، ز - السرجون وله بنيان مشابه لزعانف القسروش ، ش - بوليترس ، ف - الزعنفة القوسية في أميا ، ت سمك كامل التعظم ، وبه اختزال شبه تام للهيكل العظمي للزعنفة ، م - حامل أشعة خلفي . (أ عن جاكلي ، ب عن جارمان ، ج عن جودي ، د ، ش ، ف عن دافيدوف ، هـ عن جريجوري) .

في كلا الطرفين وضعا اماميا او وسطيا من الآخر . اما القطعة الثالثة من الطرف فهي **اليـد او القـدم** . وتشتمل كل منهما على ثلاثة عناصر هي : **وسـغ اليـد او وسـغ القـدم** وهذه تساعد على تحريك اليـد او القـدم على الساعد او الساق ، و**مـشـط يدوي او مشـط قـدمي** وتقع في راحة اليـد واخصـر القـدم ، ثم **السلاميات في الاصابع** .

وتشابه عظام هذه الاطراف في ترتيبها عظام الزعانف المزدوجة في فصية الزعانف اسلاف رباعيات القدم (شكل ١٣٢) حيث تحتوى الزعنفة . كما في الطرف ، على عنصر منفرد في القطعة الاولى ، واثنين في الثانية . اما العناصر البعيدة في فصية الزعانف المعروفة فلها ترتيب متفرع مختلف يحتمل ان يكون قد نتج عنه ظهور نمط اليـد او القـدم في رباعيات القدم . ويبدو ان هناك اختلافات واضحة بين الاطراف الامامية والخلفية في رباعيات القدم . كما هو ملحوظ في التناقض بين المفاصل الرئيسية في الطرفين . فالساعد . مثلا : يدور بحرية على العضد ، اما الركبة فمجرد مفصل بسيط . ومن ناحية اخرى لا يمكن لليـد ان تدور على الساعد ، ويحتفظ الكرسوع (وسـغ القـدم) بقدر كاف من الدوران في كل رباعيات القدم حتى الثدييات . وترجع هذه الاختلافات المتباينة الى الطريقة التي ظهرت بها الاطراف الارضية من زعانف السمك (شكل ١٣٣) ، فيظهر ان الزعنفة الصدرية قد لامست الارض عن طريق دوران حاد عند الكوع مما ادى الى انحراف جزء الطرف البعيد الى الامام . واتخذت الاصابع موضعا متجها الى الامام . اما الطرف الخلفي فقد اتجه باستقامة الى الخارج ولامس الارض بانحناء بسيطة عند الركبة . وكان يمكن للاصابع ان تتجه جانبيا لولا ان حدث تطور آخر لمنطقة الكرسوع ، شمل ايضا القدرة على الدوران ، وادى الى اتجاه الاصابع الى الامام .



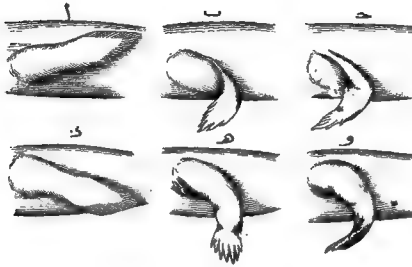
شكل ١٣١ - رسم تخطيطي للأطراف الأمامية لـ *A. noctua* (أوفياكودن) يبين النمط العام لبناء الطرف في رباعيات القدم المبكرة .



شكل ١٣٣ - الحزام الكتفي والزنقة الصدرية في « ١ » سمكة من فصيلة الزعانف و « ب » برمائى باند قديم في وضع مشابه ، وذلك لتوضيح التشابه الاساسى في تركيب الطرف .

١ - عضد ٢ - كعبرة ٣ - زند ٤ - ترقوة ٥ - كليثرم ٦ - بين ترقوة ٧ - لوح ٨ - فوق الكليثرم .

(١ عن جريجورى) .

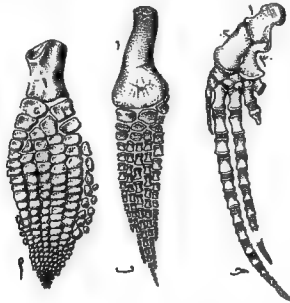


شكل ١٢٣ - رسم تخطيطي يوضح التغير الوضعي للأطراف المزدوجة في مراحل الانتقال من الأسماك إلى البرمائيات .

١ - ج - طرف صدرى ، د - وسطى حوضى ، له ، د - موضع الأطراف في السمك ، ب ، ه - موضع الأطراف في المرحلة الانتقائية ، ج ، و - موضع الأطراف في البرمائيات .

وظيفة الأطراف وموضعه : لقد لاحظنا سابقاً أن دفع الجسم في الأسماك إلى الأمام يتم بمساعدة الحركات المتموجة للجسم . وفي فقاريات اليابسة التي لها نسب جسمية بدائية مثل السلمندر (شكل ١٢٠ ب) لا تزال الحركات المتموجة للجسم تلعب دوراً هاماً في الحركة ، وتعمل الأطراف كأعضاء ساكنة تتلقى دفع تموجات الجسم على الأرض . وقد اتخذت الأطراف في رباعيات القدم عامة دوراً إيجابياً وسائداً في التقدم إلى الأمام . ففي رباعيات القدم البدائية . كما في الدبليات والسلاحف والعظاءات « السحالي » ، كانت الأطراف متهدلة على جانبي الجسم ، وكان جهد كبير يبذل للحفاظ على الجسم بعيداً عن الأرض . وقد تحسن الوضع في

كثير من ربايعات القدم ؛ ففى الزواحف السالفة كان هناك اتجاه الى المشى على طرفين ، وكانت الاطراف الخلفية قوية ومتجهة الى الامام اسفل الجسم لتخطو خطوات واسعة ولتعطى دعامة مباشرة للجسم المستند الى الاطراف العمودية ، وقد تحددت الاطراف الامامية كأجنحة فى الزواحف الطائرة والطيور ، غير ان كثيرا من الدبباصورات والتماسيح قد عادت مرة اخرى الى استخدام الاطراف الاربعة فى المشى على الارض . وقد حسنت اسلاف الثدييات طريقة مشيها ، فاكتمست دعامة فعالة لجسمها بأن اتخذت الاطراف وضعا اماميا وخلفيا قريبا للجسم ، واصبحت الثدييات عامة تجيد العدو على أربع ، وبالرغم من أن بعضها قد جادت عن هذا النمط الحركى مثل الثدييات الطائرة والبحرية ومع العودة الى الحياة المائية لكثير من ربايعات القدم والزواحف المختلفة مثل بعض السلحفيات والبليسيوساوريا البائدة والزواحف السمكية فقد تحولت الاطراف الى مجاذيف (شكل ١٣٤) . كما ان بعض ربايعات القدم مثل اللاذليات وعديد من العظاءات « السحالي »

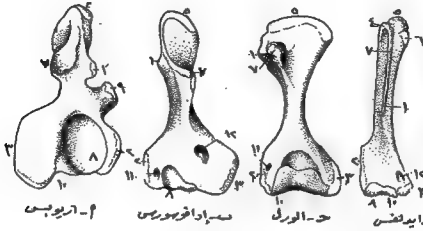


شكل ١٣٤ - نماذج من الاطراف الصدرية لبعض ربايعات القدم البحرية التى تحولت الى مجاذيف شبيهة بزوائد السمك .

١ - طرف الزواحف السمكية ، ب - طرف البليسيوساوريا ،

ج - طرف الحوت .

يلاحظ ان العظام القريبة فى كل هذه الاطراف قد قصرت واصبحت عريضة ، وان السلاميات قد زادت فى عددها ١ - عضد ، ٢ - كعبرة ، ٣ - زند . (ا من هيون ، ب من ويليستون ، ج من فلور) .



شكل ١٣٥ - عظام العضد في : ١ - برمائي من العصر القديم ، ب - زاحف
بائد بدائي ، ج - سحلية ، د - أبو سوم (منظر من السطح السفلي) لقد
كانت عظام العضد البدائية قصيرة بدون ساق ، ولها نهايات عريضة (في
١ ، ب تلفت النهاية القريبة للعضد ٥٩٠ . ولذلك فهي تبدو رفيعة) . ويوجد
حرف واضح في كل عضد تتصل به العضلات الدالية والصدرية . وفي الطرز
المتأخرة أصبحت العظام طويلة نسبيا ورفيعة خاصة في الحيوانات الصغيرة .
وتكونت في الزواحف البدائية ثقب داخلي أو خلفي ، وخارجي أو أمامية
فوق اللقمة عند النهاية البعيدة للعضد ، ويظل الثقب الداخلي موجودا في
كثير من الثدييات وفي سفينودون أما الثقب الخارجي فموجود في كثير من
الزواحف .

١ - حرف دالي ، ٢ - فوق لقمة خارجية لاتصال العضلات الباسطة
للساعد ، ٣ - فوق لقمة داخلية لاتصال العضلات القريبة للساعد ، ٤ - دنة
كبيرة لاتصال العضلات فوق الشوكة وتحت الشوكة ، ٥ - رأس العضد ،
٦ - دنة صغيرة لاتصال مفصيلة تحت اللوح ، ٧ - حرف مسدري ،
٨ - لقمة شعاعية ، ٩ - نتوء (باطح) يساعد على تكوين ثقب فوق اللقمة
الخارجي في الزواحف ، ١٠ - لقمة زندية أو البكرة ، ١١ - ثقب فوق لقمة
خارجي ، ١٢ - ثقب فوق لقمة داخلي .

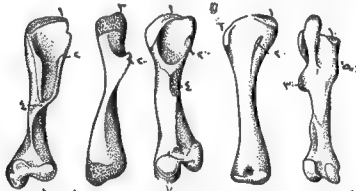
والثعابين قد اختزلت أطرافها أو فقدتها ثانويا ، وعادت الى الحركات
المتوجة للجسم كوسيلة للحركة ، كما لو كانت « تموم » على الأرض أو
تحتها .

العظام الرئيسية للطرف : (أشكال ٣٥ - ١٤٨) . في رباعيات القدم
البدائية كان عظم العضد ضلعا قويا منبسطا عند نهايته ، ثم أصبح في كثير من



ج-أكورس دد-أوبس ١-أوفيا كودن

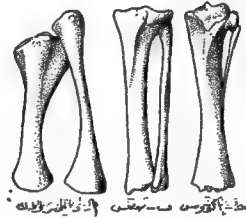
شكل ١٣٦ - الزند والكعبرة (كما ترى من السطح الأمامي أو الباسط) في :
 ١ - زاحف بدائي ، ب - دب ، يمثل حيوان ثديي نموذجي ، ج - حصان .
 يتم فصل العضد مع السطح المنحني للزند والراس القريبة للكعبرة .
 ويستخدم نتوء المرفق في اتصال العضلة ثلاثية الرؤوس القوية التي تبسط
 الساعد . ويختزل الجزء السفلي للزند ، ويندغم مع الكعبرة في كثير من
 الثدييات مثل الحصان .



هـ-أكورس دد-أوبس ١-أكورس دد-أوبس ٢-أكورس دد-أوبس ٣-أكورس دد-أوبس ٤-أكورس دد-أوبس ٥-أكورس دد-أوبس

شكل ١٣٧ - عظام الفخذ كما ترى من السطح البطني في :
 ١ - برمائي بدائي باند ، ب - برمائي ذيلي ، ج - زاحف بدائي د -
 زاحف شبيه بالثدييات ، هـ - الحصان .
 ١ - الرأس ، ٢ - المدور الداخلي في الجماعات البدائية لاتصال
 العضلة السادة الخارجة أو ما يقابلها ، ٣ - المدور الثالث في فردية أصابع
 النعافر لاتصال جزء من عضلات الآلية ، ٤ - المدور الرابع لاتصال عضلات
 الذيل التي تشد الفخذ إلى الخلف في كثير من البرمائيات والزواحف ،
 ٥ - المدور الصغير لاتصال بعض العضلات الحرقفية في الثدييات ،
 ٦ - المدور الكبير في الثدييات لاتصال عضلات الآلية .

المجموعات المتأخرة نحيفا ، وله تنوعات فريدة لاتصال العضلات وانبسط من نهايته البعيدة ليهيئ اسطحا لتمفصل الزند والكعبرة ومساحات تتصل بها عضلات الساعد .



شكل ١٣٨ : عظام القصبة والشفية اليسرى ، كما ترى من السطح الباسط (الظهري) : ١ - زاحف بدائي (بليكوسوريا من العصر البرمي) له شفية ذات حجم كبير ، ب - الخنزير ، كحالة بدائية للثدييات ، وترى الشفوية كاملة ورفيعة ، ج - الحصان كطراز تختزل فيه الشفوية . ١ - عرف القصبة .

والجزء المنبسط من العظم به ثقب تمر من خلالها الاعصاب الى الجزء السفلي للطرف . وتحفظ الثدييات بأحد هذه الثقوب على الحافة الخلفية (أو الداخلية) لهذا الجزء . وعظم الكعبرة رئيسي في الساعد، اما ساق الزند فخفيف ورفيع ويندمج مع الكعبرة في كثير من الثدييات ، وتمتد رأس العظم - المرفق أو « العظم الهزلي » كما يسمى عادة - أعلى تجويف التمثفصل مع العضد ، وهي هامة لاتصال العضلة الرئيسية التي تعمل على انبساط الساعد .

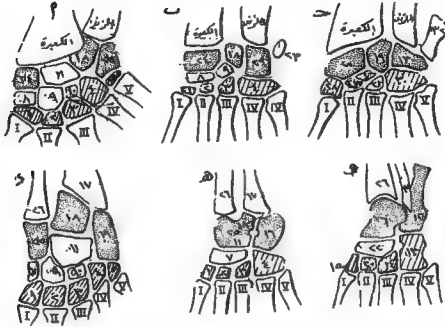
وفي الجماعات البدائية كان عظم الفخذ صلبا ويشبه العصي وله تنوعات قريبة ، هي **المفورات** ، لاتصال العضلات، وهو - بعكس العضد - لا ينبسط قريبا او بعيدا . كما كان الفخذ ممتدا في استقامة تقريبا على جانب الحق، ونتيجة لذلك أصبح سطح التمثفصل مع الخزام على رأس العظم مباشرة .

أما في بعض الزواحف ، وجميع الثدييات فالوضع مختلف ؛ إذ يدور الطرف في اتجاه أمامي مواز للمحور الرئيسي للجسم ، ويلتف الراس الى الداخل على مدار زاوية قائمة تقريبا على ساق الفخذ .

وفي الساق ؛ يعتبر عظم **القصبة** — مثل الكعبرة في الساعد — العنصر الرئيسي لتحمل الوزن ، ويكون عظم **الشفوية** ، الذي يقع في الناحية الخارجية (مثل الزند) ، أكثر نحالة ويعمل كمساحة تنشأ عليها العضلات . غير أن هذين العظمين في الساق لا يشبهان مثيليهما في الساعد . إذ ينسبط رأس **القصبة** في شكل مثلي يغطي معظم الطرف النهائي للفخذ ، أما **الشفوية** ، فبعكس الزند ، ليس لها بروز قريب ، وتنصل العضلة الباسطة الرئيسية للساق بعيد بارز في **القصبة** .

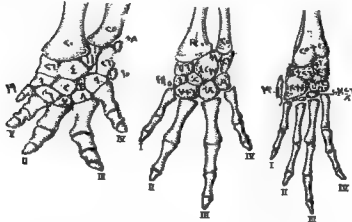
الأقدام : (أشكال ١٣٩ — ١٤٢) . يتركب الجزء القريب من اليد من عدد من العناصر الهيكلية الصغيرة التي تكون عظام الرسغ . وفي رباعيات القدم البدائية يتركب الرسغ من اثنتى عشرة قطعة ، ثلاث عظام قريبة تسمى **الكعبرى** ، **والتوسط** و**الزندى** ، وأربع **مركزية** ، وخمس **رسغ** يدويات بعيدة مقابلة للأصابع . وفي الزواحف يوجد عظم صغير اضافي ، **البسلى** ، على الجانب الكعبرى من الرسغ . ولهذه العناصر الهيكلية تاريخ طويل ومعقد في الطوائف المختلفة يصعب سرده في حيز محدود ، فكثيرا ما تختزل هذه العناصر أو تندغم بعضها في بعض — وخاصة تختفى القطع المركزية ، غير أن بعض الجماعات قد احتفظت بأكثر من واحدة أو اثنتين منها ، كما تختفى القطعة الخامسة من الرسغ يدويات البعيدة ، وتستطيل القطعة الرابعة لتدمج الأصبعين الخارجيتين ، ويسهل تمييز القطع الرسغية في الحيوان الثديي بالنسبة لترتيبها البدائي ، غير أن عظام الرسغ قد سميت بأسماء خاصة ، أحيانا تقع في مجموعتين من الاسماء المختلفة، وشكل ١٣٩ ج يبين أسماء هذه القطع في حيوان ثديي .

وتلى الرسغ الأصابع ، ولكل أصبع قطعة قريبة تقع في راحة اليد تسمى **مشط اليد** ، وتسمى القطع البعيدة **السلاميات** . والأصابع الخمس في اليد تعتبر حالة بدائية ، ولا يزيد هذا العدد مطلقا الا في حالة «المجداف» في بعض الزواحف السمكية البائدة ، ولكنه يتناقص عادة في معظم الأحوال . فليس لأي حيوان برمائي حديث أكثر من أربع أصابع في اليد. أما الديناصورات .



شكل ١٣٩ - رسم تخطيطي لمعظام رسغ اليد (١ - ج) ورسغ القدم (د - و) موضعا التقابل التركيبي في إحدى رباعيات القدم البدائية ، (١ - ج) وزاحف بدائي (ب ، هـ) وحيوان ثديي (ج ، و) . تظهر قطع الصف القريب منقطعة وقطع الصف المركزي (والبسلي) بيضاء ، اما قطع الصف البعيد فنظهر مخططة . الأصابع مرقمة بأرقام رومانية ، اما الرسغ يدويات والرسغ قدميات البعيدة فأرقامها من ١ الى ٥ فقط ، ٦ - قنزعي ، ٧ - ١١ - قطع مركزية ، ١٢ - المعقبى ، ١٣ - قطعة اسفينية في رسغ اليد ومكعباتية في رسغ القدم ، ١٤ - اسفينية خارجية ، ١٥ - اسفينية داخلية ، ١٦ - الشظوي ، ١٧ - الشظية ، ١٨ - المتوسط ، ١٩ - القمرى ، ٢٠ - اسفينية متوسطة ، ٢١ - المعظم الكبير ، ٢٢ - زورقي ، ٢٣ - البسلي ، ٢٤ - كعبرى ، ٢٥ - القيصبي ، ٢٦ - القصبة ، ٢٧ - عظم شبه منحرف ، ٢٨ - عظم منحرف ، ٢٩ - الزندي ، ٣٠ - شصى .

وأقاربها فقد فقدت الأصابع الخارجية ، وللطيور بقايا الثلاث الأصابع الداخلية في هيكل الجناح ، أما في الثدييات البدائية فقد انفصل الإبهام عن باقى الأصابع ليساعد في عملية القبض ، إلا أنه مختزل في كثير من الجماعات العداة . وفي الثدييات ذوات الحافر ، أو الحافريات ، يختفى كثير من الأصابع ، ففى الحافريات مزدوجة الأصابع - أو مزدوجة الأظلاف - تختزل الأصبعان الثالثة والرابعة « الظلف » أو الحافر المشقوق كما في البقر أو



ج - أملاكس ، د - اميتوستويا ، هـ - اريونيس

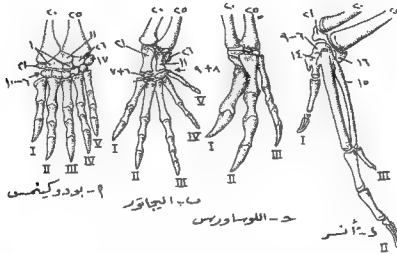
شكل ١٤٠ - عظام اليد اليسرى في البرمائيات ، ١ - لابريثودونت مبكر ، ب - برمائي ذيلي ، ج - برمائي عديم الذنب .

توجد الأثنى عشر قطعة في يد اريونيس ، بينما تتحد بعض هذه القطع في صور مختلفة في البرمائيات الحديثة . فكما في معظم البرمائيات توجد أربعة أصابع فقط كما في ب ، ج ، بيد أن هناك اثراً لأصبع في وضع وسطى بالنسبة للإبهام . كما يوجد أيضاً في اريونيس ما يمثل أصبعاً إضافياً خلف الأصبع الخامس المختزل .

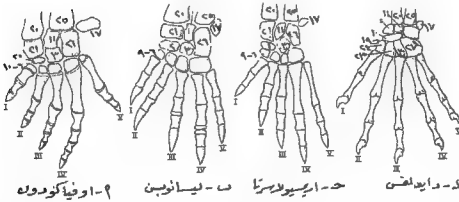
١ - ٤ - قطع مركزية ، ٥ - أسفينية ، ٦ - ١٠ - وسنخ يدويات بعيدة ، ١١ - المتوسط ، ١٢ - القمري ، ١٣ - العظم الكبير ، ١٤ - ١٦ - مشط يدويات ، ١٧ - البسلى ، ١٨ - أصبع خلفى صغير ، ١٩ - الطنف ، ٢ - الكمبرة ، ٢١ - الكمبرى ، ٢٢ - زورفى ، ٢٣ - عظم شبه منحرف ، ٢٤ - عظم منحرف ، ٢٥ - الزند ، ٢٦ - الزندى ، ٢٧ - شصى . الأرقام الرومانية I - V تمثل الأصابع (عن جريجورى وميثر ونوبل) .

الغزال . كما فقدت الحافريات فردية أصابع الحافر الأصبع الخامسة والإبهام مبكراً ، وأصبحت القدم ثلاثية الأصابع . وفي الحصان الحديث تبقى الأصبع المتوسطة « الثالثة » فقط . ويتمشى تناقص الأصابع في الحافريات مع استطالة أمشاط اليد ، التى تضيف جزءاً ثالثاً كبيراً للطرف ، وكذلك مع الزيادة المطردة في السرعة .

وتعطى الصيغة الأصبعية (المعادلة الأصبعية) صورة مختصرة واضحة لعدد السلاميات في كل أصبع مبتدئة من الأصبع الأولى إلى الخارج . وعدد سلاميات الأصابع في رباعيات القدم البدائية غير محدد ، أما في البرمائيات



شكل ١٤١ - عظم اليد في : أ - السلحفاة ، ب - اليجاتور ، ج - ديناصور من آكلي اللحوم ، د - الوزه . شرح الأجزاء كما في شكل ١٤٠ ، تشمل يد الطائر على القطع المندفمة للأصابع الثلاثة الأولى فقط ، وهي حالة شبيهة لبعض الديناصورات .
(أ عن ويلستين ، ج عن جليهور ، د عن ستر) .

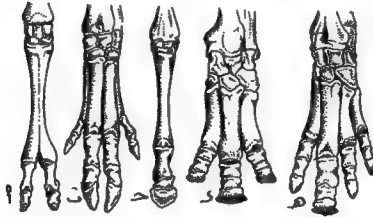


شكل ١٤٢ - تطور اليد في الثدييات . أ - زاحف بدائي ، ب - زاحف شبيه بالثدييات بدائي ، ج - زاحف شبيه بالثدييات متقدم ، د - حيوان ثديي بدائي ، أبوسوم . شرح الأجزاء كما في شكل ١٤٠ . يلاحظ اختفاء الأصبع الخامس ، واختزال القطع المركزية الى واحدة فقط ، كما اختفت السلاسل الزائدة من الأصبعين الثالث والرابع .

(ب عن بروم) ، ج عن واطسن) .

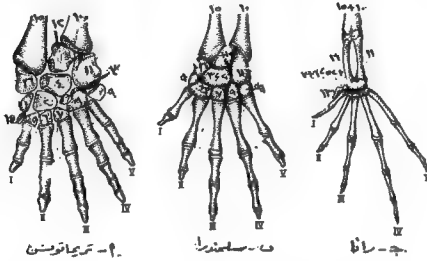
فنادوا ما يزيد على ثلاث . وقد كانت الصيغة الاصبعية في الزواحف البدائية ٢ : ٣ : ٤ : ٥ : ٣ ، وهي لا تزال موجودة في أنواع مختلفة من الزواحف وخاصة العظاءات «السحالي» . وعند الانتقال من الزواحف الى الثدييات كان هناك اتجاه الى «الازدواج» في الأصابع وإلى الصيغة الاصبعية ٢ : ٣ : ٣ : ٣ : ٣ . ولا تزال هذه الصيغة موجودة في الرئيسيات (مثل الانسان) ، وفي الثدييات التي تناقص فيها عدد الأصابع ، احتفظت الأصابع المتبقية بالعدد النموذجي للسلاميات . ونادرا ما تكون هناك زيادة ثانوية في عدد السلاميات في أصبع الرهليات . والاستثناء الوحيد لهذه القاعدة يلاحظ في « فجوات » الزواحف السمكية البائدة والبليسيوساوريا والحيثان .

وكان تركيب وسع القدم في رباعيات القدم البدائية مشابهها جدا لتركيب رسع اليد . فقد كانت هناك اثنتا عشرة قطعة هيكلية ، ثلاث قطع



شكل ١٤٣ : القدم الامامية الأيسر في الحافريات :

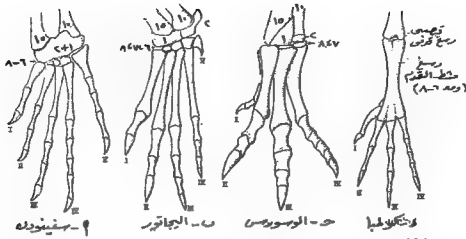
أ - الجمل ب - الخنزير ج - الحصان د - رينوسيرس هـ - تاثيره
الجمل والخنزير من مزدوجة الأظلاف حيث يقع محور التماثل بين الأصبعين الثالثة والرابعة ، في الخنزير تكون الأصابع الجانبية ٢ ، هـ كاملة ولكنها صغيرة . وفي معظم مزدوجة الأظلاف كما في الجمل يندغم المشطان الرئيسيان ليكونا عظما واحدا ، أما الأمثلة الياقعة فتتبع رتبة أصابع الحافر حيث يمر محور التماثل في القدم في الأصبع الثالثة . يختفى الإبهام في تاثير (هـ) وتبقى الأصابع الأربع الأخرى ، وفي الرينوسيرس الحديثة (د) تختفى الأصبع الخامسة ، أما في الحصان الحديث (ج) فتختزل الأصابع الثانية والرابعة الى عظام شظوية . (عن فلور) .



شكل ١٤٤ : القدم في البرمائيات :

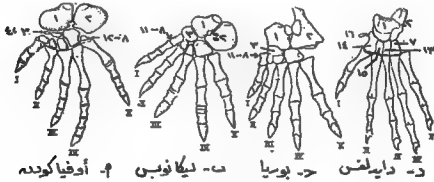
١ - لابينثودونت ميكروب - سلمندر ج - ضفدعة . تشتمل راسخ القدم في ١ ، على كل القطع التي يعتقد ان كانت موجودة في اسلاف رباعيات القدم ، كما يوجد ايضا عظم قبل راسخي اضافي . . وفي الدليلات (ب) اندغمت بعض القطع الرسغية معا . وفي الضفدعة (ج) استطلاا القصبى والشظي ليكونا جزءا اضافيا للطرف ، وفيما عدا بعض القطع البعيدة الصغيرة فان مصر العظام الرسغية غير واضح تماما . في القدم توجد خمسة اصابع واضحة على عكس ما في اليد ، كما ان عدد السلاميات في اصابع القدم اكثر مما هو موجود في يد البرمائيات (راجع شكل ١٤٠) وقد ظهر في الضفدعة طنف زائد . في ٤ القطع المركزية ، ٥ - ٦ رسغيات بعيدة ، ١٠ - الشظية ١١ - الشظوى ١٢ - المتوسط ١٣ طنف ١٤ - قطعة قبل رسغية ١٥ - القصبة ١٦ - القصبى (ا من شافر ، ب عن شمالهوسن ، ج عن جوب)

قريبة هي : القصبى ، والمتوسط ، والشظوى ، واربع قطع مركزية وخمس قطع من الرسغ قديمات البعيدة . وكما في حالة اليد تناقص عدد القطع المركزية ، واختفى الرسغ قلمى البعيد الاخير . وقد حدث تغيير واضح في المنطقة القريبة في كل الرهليات ، فقد بقى الشظوى ، في حين اندغم القصبى المختزل مع المتوسط واحدى القطع المركزية لتكون عظما كبيرا يتحرك عليه عظم القصبة بحرية . . ويسمى هذا العظم في الثدييات **بالقنزعي** ، ويسمى الشظوى - وهو العظم المصاحب له - **بالقصبى** . وهذا التحور في المنطقة القريبة مرتبط ، كما سبق ان اشرنا ، بدوران القدم الخلفى الى الامام على الساق ليتمكن من اخذ وضع امامى . وثمة تغيير آخر في رسغ القدم هو



شكل ١٤٥ : القدم في الزواحف والطيور : ١ - سفينودن ب - اليجاتور
من أكل اللحم د - الحماية توجد في كل الحالات طرز مختلفة الاختزال أو
انقسام القطع الرسغية واتجاه نحو تكوين مفصل رئيسي في الرسغ بين القطع
القرية والبعدة ، وتندغم كل قطع الرسغ قدما مع العصب من جهة ومع
المشط قدميان المنفصمة من جهة أخرى . وفي الأركوسوريا ، مثل اليجاتور
والديناصور ، اختفت الأصبع الخامسة تماما ، كما هو مبين في ج ، كما
اختفت أيضا في الطيور (د) ويشبه قدم الوسورس قدم الطيور إلا أن
المشط قديمات لم تندغم معا كما في الطيور .

١ - القنزمي ، ٢ - العقبي . (شرح الأجزاء الأخرى كما في شكل
١٤٤) . (ب من ويلستن ، ج من جليمر) .



شكل ١٤٦ : تطور الطراز الثديي للقدم .

١ - زاحف بدائي (من العصر البرمي المبكر) ، ب - زاحف شبيه
بالثدييات بدائي (من العصر البرمي المتأخر) ، ج - زاحف شبيه بالثدييات
متقدم من العصر الترياسي . د - أبوسوم . التغيرات الرئيسية التي حدثت
تشمل تكوين سطح بكرى على القنزمي وكمب على العقبي في الثدييات (كما
في ج ، د) ، وكذلك فقدان قطعتين صغيرتين من الرسغ وتناقص في عدد
السلاميات (وتمثل ب مرحلة انتقالية) .

١ - القنزمي ، ٢ - العقبي ، ٣ - القطع المركزية ٧ - المكعباني
٨ - ١٢ رسغ قديمات بمعدة . ٢٢ - شص خارجي ١٤ - شص داخلي
١٥ - شص وسطي ١٦ - طنق (وهو استثنائي في الثدييات) . (ب ، ج عن شافر) .

ظهور عقب « كعب » بارز على العقبى ، وهو مرتبط بظهور اتصال بعضلة « سمانة الرجل » عن طريق وتر أخيلس .

وبناء الأصابع في القدم مشابه تماما لأصابع اليد ، فالقطع القريبة تسمى **أشباط القدم** ، والمعد البدائي لأصابع القدم خمس ، وهو ثابت في معظم البرمائيات والزواحف ، أما في الدبناصورات والطيور فتحتوى القدم على ثلاث أصابع ، هى : الثانى والثالث والرابع ، كلها متجه الى الامام ، وأطولها الأصبع الوسطى ، فى حين تختزل الأصبع الأولى وتوجه الى الخلف كخطاف أو أداة للمسك . أما فى الثدييات فقد تخصصت الإبهام للمسك فى وقت مبكر . ويظهر أن تناقص عدد أصابع القدم فى الثدييات السريعة العدو قد توازى مع ما حدث لأصابع اليد ، وذلك مع اختفاء الإبهام والوصول الى حالة مزدوجة الأظلاف وفردية الأصابع كما فى الحصان . وقد اتجهت البرمائيات الى تناقص عدد سلاميات أصابع أقدامها ، كما حدث لأيديها ، أما فى الزواحف المبكرة فكانت الصيغة الأصبعية ٢ : ٣ : ٤ : ٥ : ٤ فى كل من اليد والقدم ، وقد احتفظت معظم مجموعات الزواحف فيما بعد بهذه الصيغة (بالرغم من أن كثيرا من السلاحف قد تناقص هذا العدد فى أقدامها) . وقد لاحظنا التماثل البنائى للأصابع فى كثير من الدبناصورات والطيور . والجدير بالذكر أن هذا التماثل قد بقى دون أدنى تحور فى عدد السلاميات ، فالأصبع الثالثة بها أربع سلاميات عادة ، والأصبع القصيرة الداخلية بها ثلاث ، والخارجية بها خمس سلاميات . وقد ناقصت الثدييات عدد سلاميات أقدامها ، كما فى أيديها ، الى ٢ : ٣ : ٣ : ٣ : ٣ ، وظل هذا العدد ثابتا ، أما فى الزواحف المائية فلا توجد اية زيادة فى عدد السلاميات فى أى أصبع فى اليد أو فى القدم .

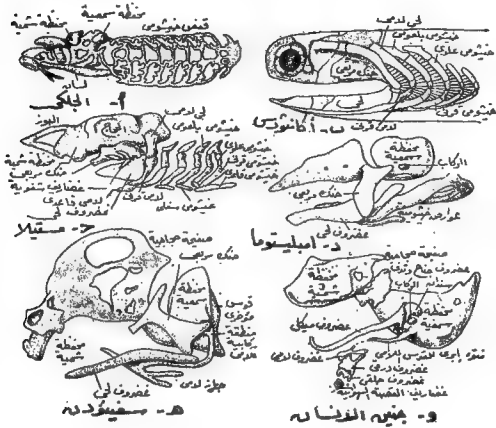
الهيكل الحشوى

توجد بين فتحات الخياشيم فى الفقاريات التى تنفس فى الماء عوارض غضروفية أو عظمية تعتبر المكونات الأساسية للهيكل الحشوى . وعلى الرغم من أن هذه العناصر الحشوية تكون جزءا قليلا من الهيكل العام فانها لراكيب متباينة فى قدراتها ، فبدائيا كانت كل هذه العناصر تعمل كدعامات للخياشيم ، ثم تحولت الأقواس الخيشومية الامامية الى عوارض فكية فى التاريخ المبكر

للغقاريات . ورغم اختفاء الخياشيم في الرهليات فإن بعض العناصر الحشوية لا تزال موجودة حتى في الثدييات في أماكن مختلفة كالجمجمة وعظيمات السمع والحنجرة . والمنطقة الخياشيم عضلاتها وأعصابها الخاصة ، كما سوف نلاحظه في مكان آخر ، كما أنها فريدة في عناصرها الهيكلية خاصة بالنسبة الى منشئها الجنيني ، فهي تنشأ من الميزنكيم الذي يتحول من أصل اکتودرمى وليس ميزودرميا . فالعرف العصبى - الذى اشرنا اليه في النمو الجنينى - تنشأ منه عناصر الجهاز العصبى ، وفي منطقة الراس تصاجر بعض خلايا العرف الى أسفل لتكون نسيجاً ميزنكيمياً تنشأ منه عناصر جهاز الأقواس الخيشومية ، وكذلك جزء من محفظة المخ .

الهيكل الخيشوم : يتخصص جزء من هيكل الخيشوم في دائريات القم (شكل ١٠٦) ليكون دعامات « اللسان » ، أما باقى الهيكل فيكون قفصاً شبكياً يحيط بالاكياس الخيشومية ، ومن غير المؤكد ان هذه كانت حالة بدائية أم لا . أما في كل الأسماك الأكثر تقدماً فتتركب دعامات الخيشوم (فيما عدا حالات الاندغام الثانوى) من عدد من مجموعة عوارض مفصلة أو أقواس ، متراسة على جدار البلعوم بين الشقوق الخيشومية المتتالية . ورغم أن هذه **الأقواس الخيشومية** مرتبة ترتيباً مسلسلاً مثل الفتحات الخيشومية ، فإن هذا التسلسل لا علاقة له بالتمقل الموجود في الأجزاء الأخرى من الجسم ، والمبنى على أساس تمقل القطع الميزودرمية . وتتركب القوس الخيشومية النموذجية في الأسماك الفككية من عنصر رئيسى ظهري ، **خيشومى علوى** ، وآخر رئيسى بطنى ، **خيشومى قرنى** ، على كل جانب (أشكال ١٤٧ ج ، ١٤٨ ، ١٩٠) . وتحتوى القوس أيضاً على **خيشومى بلعوى** من أعلى و**خيشومى سفلى** قصر أسفل العنصر الرئيسى البطنى . وتربط الأقواس على الجانبين تراكيب بطنية وسطية هي **خيشومات قاعدية** ، كما ترتبط الأقواس المتتالية بعضها ببعض بواسطة هذه التراكيب أيضاً ، وتعمل العوارض الخيشومية صفاً من **الأسنان الخيشومية** على حافتيها الداخلية ، كما تحمل اشعة **خيشومية** تمتد الى الجذع لتدعم الخياشيم (شكل ٢٢٧) . وتوجد خمس أقواس نموذجية في معظم الأسماك الفككية .

تكوين الفك : يعتبر ظهور الفك واحداً من أهم الخطوات انتطورية



شكل ١٤٧ : الهيكل الحسوى ومحفظة المخ في امثلة لست طوائف من الفقاريات .

أ - ج هياكل في حيوانات يافعة ، د - و هياكل في اجنة تظهر القطع الفصروفية منقطة والعظام غير منقطة .

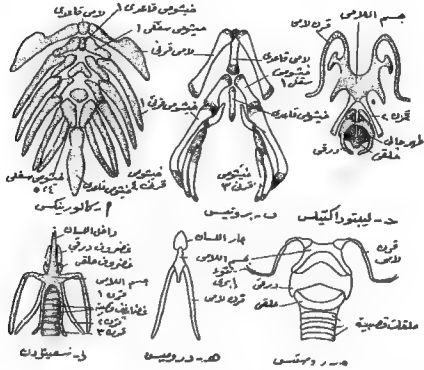
أ - الجلكى وله محفظة مخ وغضاريف متصلة بها لا تشابه ما هو موجودا في المجموعات الأخرى ، ويتقدم القفص الخيشومى في الأمام مع محفظة المخ .

ب - « قرش » شوكى من العصر القديم ، قشر جلدى له فكوك ، ولحى لامي غير متخصص (تظهر في الرسم صفائح صلبة العين وكذلك عظم آدمى صغير أسفل اللحي) .

ج - قرش ذو فكوك لامية تتعلق .

د - سلمندر يختزل فيه الحنك مريمى والأقواس الخيشومية في الجنين أو اليرقة ،

هـ - سقينون ، محفظة المخ هنا غير كاملة التكوين (قارن بالسنحلية



شكل ١٤٨ : مناظر جانبية لمشتقات العوارض الخيشومية في ربايات القدم : أكابيرا ب سلندر مالى ج - صفدعة د - زاحف ه - طائر الكاسورى ، و - خفاش . فى الا يتضمن الرسم عناصر القوس الظهري ، فى ج ، د ، وتظهر الفصاريب الحنجرية داخل اللسان فى د ، وجار اللسان ه دعامات اللسان من الجزء الامامى لجسم الجهاز اللامى .

تابع شكل ١٤٧ = فى شكل ١١٧ د). كما يختزل اللامى والعوارض الخيشومية الى جهاز لامى وغضروف ركابى. و - جنينى الانسان، وتتكون محفظة المخ من الناحية البطنية والامامية فقط حول المخ . كما يختزل الحنك مربعى الى جناح وتدى وسفدان (= المزبى) . ويختزل ايضا غضروف مبيكل (الفك السفلى) ، حيث يصبح الجزء القريب من هذا الغضروف مطرفة الاذن فى الانسان البالغ ، اما بقية العناصر الحشوية فتشمل اللامى والنوء الابرى ، والركاب والفصاريب الحنجرية وفصاريب القصبة الهوائية . (ا) ج عن جودرش ، ب من واطسن ، د من هورستا ديس وسليمان ، ه عن هوس وسونرتن ، وعن جوب وماكلين) .

الهامة في تاريخ الفقاريات ، فقد أحدث تغييرا كاملا في عاداتها الاغذائية وطريقة حياتها . وقد لعبت الأقواس الخيشومية دورا رئيسيا في هذه الظاهرة ، فقد تحول زوج من هذه الأقواس لتكوين الفك في الأسماك الشبيهة بالقروش ، فمع ظهور تجويف فمى واسع ، كبر زوج من الأقواس الخيشومية القريبة منه وتحور الخيشومى العلوى للقوس الى الفخروف **الحنكى الرىعى** وكون الفك العلوى للقرش ، أما الخيشومى القرنى فأصبح الفخروف الضبى أو (اللحى) وكون الفك السفلى (اشكال ١٤٨ ب ، ١٤٩) . وهناك أدلة كثيرة تؤكد أن الفكوك ليست هى الأولى في سلسلة الأقواس الخيشومية الاصلية من الامام ، ولكن مجموعة ، او ربما مجموعتين ، من هذه السلسلة قد اختفت عند اتساع الفم .

وفي الأسماك العظمية والبرمائيات تلعب العناصر الادمية دورا كبيرا في تكوين الفك ، في حين تقل أهمية غضاريف القوس الخيشومية او العظام التى تحمل محلها في هذا التكوين . غير أن جزءا من الغضاريف البدائية الذى يكون منطقة التمعسل بين الفكين العلوى والسفلى يظل موجودا على الأقل في المجموعات العليا حتى الزواحف والطيور . اما في الثدييات فلا يزال اثر هذه العناصر موجودا لكن في صورة متحورة غريبة .

تعلق الفك : من المعتقد أن الفكوك في أسلاف الأسماك كانت متمفصلة مع محفظة المخ دون ابة دعامة اضافية . وتسمى هذه الحالة ذاتية التعلق . وبدائيا كان يتم هذا التمعصل بواسطة مفاصل متحركة اما في بعض الأسماك مثل كايبرا والأسماك الرئوية ، فتندغم غضاريف الفك العلوى تماما مع محفظة المخ ، وتعتبر الجماعات التى توجد بها حالة ذاتية التعلق استثناء في الأسماك ؛ إذ تسهم مجموعة العوارض الخيشومية خلف الفكوك ، والتى تكون القوس اللامية ، في تعلق الفكوك بمحفظة المخ . والقطعة البطنية لهذه القوس ، وتسمى **اللامى القرنى** ، متخصصة قليلا ، اما القطعة الظهرية الرئيسية ، وتسمى **اللحى اللامى** ، فقد أصبحت عارضة مشدودة على المنطقة السمعية لمحفظة المخ من الناحية الظهرية ، ومنتصلة بروابط قوية بمفصل الفك (شكل ١٤٩ ج ، ١٥٠) . وفي قليل من القروش يدعم الفك باللحى اللامى وكذلك بالاتصال المباشر مع محفظة المخ ، وهى حالة تسمى **ثنائية التعلق** . اما في معظم القروش وفي الأسماك العظمية فيفقد الفك

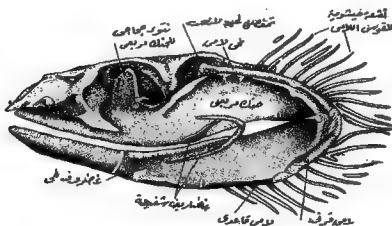
العلوي الاتصال مع محفظة المخ وتدعم الفكوك باللحي اللامي فقط ، وتعرف هذه الطريقة بـ **الأمية التعلق** . وفي فقاريات اليابسة لا تعتمد دعامة الفك على اللحي اللامي ، وإنما يكون للفكوك العليا والتراكيب الحنكية اتصالها الخاص بمحفظة المخ وينطاء الجمجمة العلوي وتعرف هذه الحالة بـ **التعلق الذاتي** .



شكل ١٤٩ : رسم تخطيطي يوضح تطور الفوك والمنطقة اللامية تظهر فتحات الخياشيم سوداء .

۱ - لحي لامی ۲ - شق خیشومی متنفس ،

١ - حالة لانكية بدائية ب ، حالة تتكون فيها الفكوك من زوج من الأقواس الخشومية (قد يختفي أثناء هذا التكوين الزوجان الأماميان من الأقواس والشقوق) ، كما لا يختزل هنا الشق الخشومي المتنفس ولا يتخصص اللحم اللامي . وربما كانت هذه الحالة سائدة في التشرجلديات البائدة . ج - حالة عامة في معظم الأسماك الفكية . لقد أصبح اللحم اللامي دعامة الفك وتحول شق الخشوم المحاور إلى متنفس .



شكل ١٥. الهيكل القريوي للقرش ، كلامي دوسلاخ . موضحا
محفظة المخ والقوس الالامية . (ع ن الس)

مشتقات القوس الخيشومية في رباعيات القدم :

(اشكال ١٤٧ د - و ، ١٤٨ ج - و) . لقد فقدت الخياشيم وظيفتها المعروفة في كل طوائف رباعيات القدم ، فيما عدا يرقات البرمائيات ، ونتيجة لذلك اختزلت العوارض الخيشومية أو تحولت في تركيبها . وتاريخ العناصر الهيكلية المصاحبة للفكوك واللحي اللامي (الذي اصبح عظيمات الأذن) مناقش في مكان آخر في هذا الكتاب . أما بقايا العوارض الخيشومية التي كانت ظاهرة في الأسماك فقد أصبحت مرتبطة بتركيبين بارزين في رباعيات القدم ؛ وهما اللسان والجهاز الرئوي ، وإن كانا ضعيفي التكوين في بعض الأسماك . فعند قاعدة اللسان يوجد **الجهاز اللامي** الذي يمتد إلى الخلف وإلى أعلى حول جانبي **الحنجرة** ، ويتركب جسم الجهاز من قطعة أو أكثر من قطع القوس البطنية الوسطى الموجودة في الأسماك . وتمتد من جسم اللامي « قرون » رفيعة إلى الخارج وإلى أعلى ، وهي تمثل البطنية الرئيسية للقوس اللامية والعوارض الخيشومية التالية التي كانت موجودة في الأسلاف السمكية لرباعيات القدم ، وأحيانا تضاف إلى أطراف هذه القرون عناصر ظهريّة صغيرة . وللبرمائيات ثلاثة أزواج من هذه القرون . أما الثدييات فلها زوجان فقط ، وللطيور زوج واحد .

وفي فقاريات اليابسة ، تدعم الأنبوبة الهوائية أو **القنبرة الهوائية** ، بفصارييف تعتبر أجزاء متحركة من جهاز الأقواس الخيشومية ، وتتكون **الحنجرة** عند مدخل القنبرة كجزء واسع منها (راجع الفصل الحادى عشر) . ويقع الجزء القاعدى للجهاز اللامي عادة بالقرب من النهاية الإمامية للحنجرة ، وبالإضافة إلى ذلك تكون مجموعة من الفصارييف الخاصة هيكلًا حنجريًا محققًا حولها . وفي معظم البرمائيات تقوى القنبرة الهوائية بفصارييف حلقيّة الشكل لا يمكن مقارنتها بأية عناصر خاصة في الأسماك ، ولكنها تعتبر تراكيب جديدة للجهاز الهيكلى الحشوى .

الفصل الثامن

الجمجمة

يستخدم المصطلح « جمجمة » بأساليب متباينة نوعا . وبصفة عامة يمكن إطلاقه على أى نوع من تركيب هيكلى موجود فى منطقة الرأس . وبهذا المفهوم يمكننا أن نعتبر أن للجلكى أو القرش جمجمة مكونة من علبة مخية وغضاريف أخرى منفصلة . إلا أن المصطلح باللفظ الشائع يختلف فى معناه بعض الاختلاف . والجمجمة المعروفة لآى نموذج من سمكة عظمية الى حيوان لثديى هى وحدة تركيبية ملتحمة تتحد فيها العلبة المخية والفكان العلويان بواسطة مجموعة من العظام الأدمية (الجلدية) ، غير متضمنة الفك السفلى .

وفى مصنفات الجلد ومدرعات الجلد القديمة يبدو أن هناك نوعا من هيكل الرأس الملتحم ليكون جمجمة بهذا المفهوم ، إلا أن التركيب فى غالبية هذه الأسماك القديمة مختلف جدا وغير معروف تماما حتى يمكن أخذه فى الاعتبار هنا . وفى الأسماك العظمية وكل رباعيات القدم توجد جمجمة حسنة البناء لها مظاهر شائعة كثيرة بصفة عامة . ومع ذلك فإنه من الصعب إعطاء وصف عام مبنى على أى من الأنواع الفحية ، إذ أن الغالبية قد أصبحت متخصصة أو متداعية لدرجة أصبحت معها قصة نشأتها غير واضحة المعالم .

إلا أنه فى حالة الهيكل ، وعلى النقيض من الأجهزة العضوية الأخرى ، لدينا الميزة فى أنه فى كثير من الأحيان توجد عظام أسلاف حقيقية محفوظة كحفريات ، ولدينا معلومات كاملة تقريبا عن تراكيب الرأس فى اللابريثودونتا القديمة من برمانيات أواخر العصر القديم والتي تعتبر جماجمها من نوع اشتقت منه جماجم رباعيات القدم المتأخرة كلها . وكذلك فإن هذا النوع لا يحيد كثيرا عن ذلك الخاص بالأسماك فصية الزعانف التى تطورت عنها الأشكال البرية والتي يمكن من خلالها ربط النظام الجمجمى لأسلاف رباعيات، القدم بنظام الجمجمة فى الأسماك العظمية الأخرى . لذلك سوف نعطى فى هذا المجال تفصيلا كاملا لهذا النظام المركزى للجمجمة ثم نناقش بمسئد

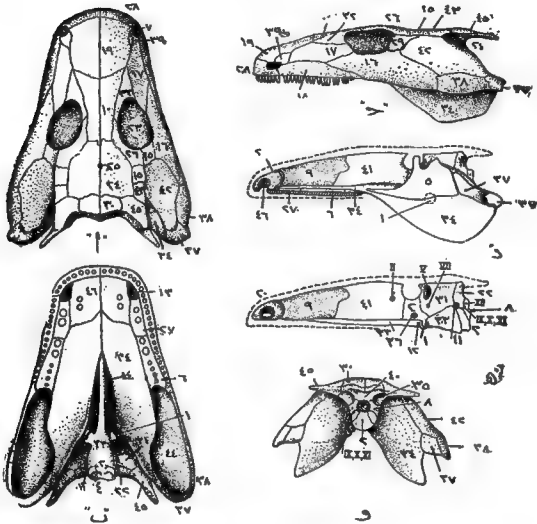
التحورات الكبيرة التي تشاهد في المجموعات المختلفة للأسماك ورباعيات القدم .

مكونات الجمجمة : لنتحاشي (بقدر المستطاع) العسر الدهني في وصف هذا التركيب المعقد ، فانه من الأفضل تحليله الى مكوناته (شكل ١٥١ ، ١٥٢) . وتتضمن الجمجمة عظاماً ادمية وغضاريف ، أو بدلا منها العظمية ، ذات طبيعة جسمية وحشوية (راجع ص ١٣١) . ومن الطرق الممكنة لمعالجة ذلك اعتبار العناصر المشتقة من كل من هذه الأصول الجنينية الثلاثة . كوحداث . على أنه من الأفضل أن نعرف ان اية جمجمة بدائية تهدو مكونة من ثلاث وحدات وظيفية ؛ احداها ادمية كلية ، والمكونان الاخران كما يلي :

١ - سقف جمجمة ادمي (جلدى) : وهو درع من عظم غشائي تغطي ثمة وجانبى الرأس كلية وممتدة الى أسفل حتى حافات الفك حيث تحمل عناصر الذراع الأسنان الحافية . والسقف كامل فيما عدا فتحات ثقب الأنف الخارجية والأعين (الحجاجين) وثقبا جداريا صغيرا لعين ثالثة وسطية . والذراع مثلومة على كل من الجانبين خلف الحجاج ، في رباعيات القدم المبكرة ، لفتحة طلبة الأذن لتحل محل التنفس الموجود هنا في الأسماك العظمية .

ب - معقد حنكى : ويتضمن هذا تعظلمات في غضروف حنكى مربعى حشوى المنشأ (وهو الذى يكون كل الفك العلوى في القرش) بالإضافة الى مجموعة من العظام الفشائية مكونة تحت هذا الغضروف في سقف الحلق وتحل محله الى درجة كبيرة . ويكون الجزء الأمامى لهذا المعقد صفيحة حنكية مريضة لها من الامام تجويفات جانبية لفتحات الانف .

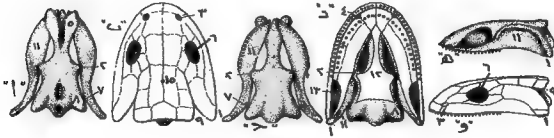
الداخلية أو الخلفية . وينفصل المعقد الحنكى من الخلف ، على كلا الجانبين ، عن حافة الذراع بواسطة حفرة تحت صدفية تمتد خلالها العضلات الصدفية لتلق الفكين .



شكل ١٥١

جمجمة سلف فقارى برى ، مبينة ابتدائيا على لأبرنثودونت العصر الكريونى « بالوجيريس » ١ - منظر ظهري لسقف الجمجمة الادمى ٢ -
 حنك ٣ - منظر جانبي { منظر جانبي بعد ازالة السقف الادمى للجمجمة
 (الخط إلتقطع بين الحد الخارجى) ، العظام الحنكية - الادمية والهيكليّة
 الداخلية - للجانب الأيسر مبينة وبداخلها اللعبة المخية . المساحة المكشوفة
 هي السطح المتداخل من العظام الحنكية في العظم الفكى . ٥ - منظر جانبي
 للعبة المخية ٦ . - منظر خلفى (جزئيا من واتسون)

الاختصارات : ١ = التمثّل القاعدى للعبة المخية والحنك ، ٢ =
 القذلى القاعدى ٣ = الزوى القاعدى ، ٤ = لقمة ، ٥ = فوق الجناحي،



شكل ١٥٢

رسوم تخطيطية تبين مكونات الجمجمة . ١ ، ج ، هـ مناظر ظهرية و بطنية وجانبية للتركيب الهيكلية الداخلية للعبة المخية والحنك (او الفك العلوى) كما يوجد في القرش او في جنين فقارى فكى راق . ب ، د ، و ، مناظر مماثلة بعد اضافة العناصر الادمية . في ب ، و ، تنحنى درع السقف الجلدى لتغطي اللعبة المخية وتركيب الفك الهيكلية الداخلية ، في د ، تشاهد التركيب الحنكية الادمية تسليح الحنك الهيكلى الداخلى كما يوجد عنصر آدمى آخر تحت اللعبة المخية . الاختصارات ١ = التمثيل مع الفك السفلى . ٢ = التمثيل القاعدى للعبة المخية مع الحنكى المربعى ، ٣ = فتحة الانف الخارجية ، ٤ = فتحة الانف الداخلية ، ٥ = المحفظة الانفية ، ٦ = الحجاج ، ٧ = التمثيل السمعى مع الحنكى المربعى ، ٨ = المحفظة السمعية ، ٩ = الثلمة السمعية ، ١٠ = الثقب الجدارى ، ١١ = الحنكى المربعى ، ١٢ = نظير الوندى ، ١٣ = حفرة تحت صدفية لمضلة الفك .

تابع شكل ١٥١ : ٦ = فتحة الانف الخارجية ، ٧ = القذالى الوحشى ، ٨ = المنطقة المصفوية ، ٩ = الجبهى ، ١٠ = كوة بيضية ، ١١ = ثقب للسبياني الانسى ، ١٢ = فتحة الانف الداخلية ، ١٣ = تجويف بين جناحى ، ١٤ = بين الصدفى ، ١٥ = الوجنى ، ١٦ = الدمعى ، ١٧ = الفكى ، ١٨ = الأنى ، ١٩ = المحفظة الانفية ، ٢٠ = الثلمة السمعية ، ٢١ = الاذن الخلفى ، ٢٢ = الحجاج ، ٢٣ = الجدارى ، ٢٤ = الثقب الجدارى ، ٢٥ = الجبهى الخلفى ، ٢٦ = الحنكى ، ٢٧ = الفكى الامامى ، ٢٨ = خلف الحجاجى ، ٢٩ = خلف الجدارى ، ٣٠ = الاذن الامامى ، ٣١ = الجبهى الامامى ، ٣٢ = نظير الوندى ، ٣٣ = الجناحى ، ٣٤ = الكوة خلف الصدفية ، ٣٥ = الوريد النخامى ، ٣٦ = المربعى ، ٣٧ = المربعى الوجنى ، ٣٨ = الحاجز الفكى ، ٣٩ = القذالى العلوى ، ٤٠ = الوندى المصفوى ، ٤١ = القشرى ، ٤٢ = فوق الصدفى ، ٤٣ = الحفرة تحت الصدفية ، ٤٤ = البسطحى ، ٤٥ = الكعبى ، الارقام من I - III = ثقب الامصاب المخية .

ج - العلبة المخية : وتتكون من غضروف (أساسا من اصل جسمى داخل الغضروف) الا انه عادة منظم للدرجة كبيرة نوعا . ويتصل بسطحه السفلى في ربايعات القدم والاسماك العظمية صفيحة من العظم الاممى في المساحة المركزية لسقف الحلقى المقوس .

الجمجمة البدائية للبرمائيات :

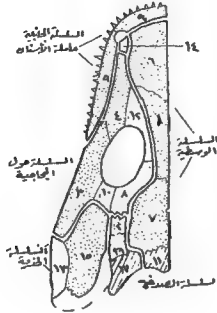
السقف الاممى (الجلدى) : في ربايعات الاقدام البدائية يحتوى السقف الجلدى للجمجمة على عدد كبير نوعا من العناصر ، معظمها زوجى ، متداخلة بعضها في بعض لتكون درعا صلبة . وتفقد ربايعات القدم الحديثة بعض هذه العناصر بالساليب مختلفة ، ومع ذلك فان الكثير منها له اهمية في كل مجموعة من الفقاريات العظمية . انه لجهد كبير ان نتحمل الذاكرة هذه المجموعة من الاسماء ، وعلى سبيل المساعدة يمكننا دون التقييد باى قواعد تجميعها في فئة مجموعات (شكل ١٥٣) :

١ - عظام حافية للاسنان هي **الفكى الامامى** ، وهو صغير ويقع للامام ، والفكى وهو كبير .

ب - عناصر زوجية على الخط الوسطى الظهرى وتتضمن **الانفيان** و**الجبهيان** و**الجداريان** و**خلف الجداريان** وجميعها فيما عدا الآخرين عناصر جمجمية بارزة .

ج - مجموعة حول حاجبية من خمسة عظام هي **الجبهى الامامى** ، **الجبهى الظفى** ، **خلف الحاجبى** و**الوجنى** و**الدمعى** ويبنى الآخرين فقط حتى مرحلة الثدييات . ويحمل الدمعى مجرى القناة الدمعية ، (ويمكننا هنا ان نذكر عظما صغيرا متغيرا موجودا في التجويف الانفى ولا يتمشى مع اى مجموعة هو الحاجز الفكى) .

د - مجموعة صدفية تكون صفا اماميا خلفيا فوق الثلثة السمية وخلف الحاجب . وتعمل هذه العظام الصغيرة هي : **بين الصدغى** ، **فوق الصدغى** و**السطحى** الى ان تختزل او تفقد في معظم ربايعات القدم .



شكل ١٥٢

رسم تخطيطي لسقف الجمجمة في رباعي قدم بدائي بالعناصر مجمعة (بدون قواعد) في سلاسل منطقية (الحاجز الفكى الصغير لا يلائم أى سلسلة) العناصر المنقطعة تبقى كما هى في الثدييات النموذجية ، العناصر المكشوفة في الخلف تظهر ملتحمة في العظام القذالية للثدييات .

١ = الجبهي ، ٢ = بين الصدغي ، ٣ = الوجنى ، ٤ = الدمى
٥ = الفكى ، ٦ = الأنفى ، ٧ = الجدارى ، ٨ = الجبهي الخلفى ،
٩ = الفكى الأمامى ، ١٠ = خلف الحجاجى ، ١١ = خلف الجدارى ،
١٢ = الجبهي الأمامى ، ١٣ = المربعى الوجنى ، ١٤ = الحاجز الفكى ،
١٥ = القشرى ، ١٦ = فوق الصدغى ، ١٧ = المنطجى .

هـ - العظام الخدية وهى القشرى وهو عنصر كبير ومستديم والمربعى الوجنى .

وغالباً ما يظهر في جماجم البرمائيات البدائية ميازيب على سقف الجمجمة (وعلى السطح الخارجى للتكوين السفليين) تقع خلالها مجارى الخطوط الجالية . وتفوص هذه المجارى داخل العظام في الاسماك العظمية ولها ثقب تفتح على السطح .

العقد الحنكى : (شكل ١٥٦ ب ، د) : ويتضمن عظاماً مكونة في الفخروف الحنكى المربعى الذى يكون هنا جزءاً من الحنك (اكثر مما هو

فك علوى) . ويوجد اثنان من هذه العناصر في رباعيات القدم ، ويرتبط **فوق الجناحي** عند قاعدته بالعلبة المخية (ويتحرك بنفس الطريقة في الاسماك وكثير من البرمائيات المبكرة وبعض الزواحف) ويمتد الى اعلى في اتجاه سقف الجمجمة . وخلف هذا يوجد **المربعي** الذي يكون بصفة دائمة متمفصل الفك السفلى في جميع الطوائف ما عدا الثدييات .

ويوجد في هذا المعقد ، مع ذلك ، عظام جلدية اكثر وضوحا وتميزا مكونة في سقف الحلق تحل لدرجة كبيرة محل الفخروف وتعظماته . والعنصر الكبير هو **الجناحي** الذي يمتد بمعظم طول الجمجمة ، ويحف هذا من الامام والجانبين ثلاث عظام صغيرة هي **الميكسي** ، **الحنكي** ، و**الجناحي الخارجى** (ويختزل الاخير او ينعدم في كثير من رباعيات القدم الحديثة) ويكون الجزء الامامى من المعقد على كل من الجانبين زوج من الصفائح الحنكية الافقية ، يفصل بواسطة تجاويف بين جناحيه متفاوتة النسب . وينتهى هذا الحنك قبل نقطة التمعصل مع العلبة المخية ، ويوجد في الخلف صفحة عمودية مكونة من الجناحي والمربعي ، تتحرك للخلف وللخارج من التمعصل الفكى والى الوسط من الخفرة تحت الصلغية .

العلبة المخية (شكل ١٥١ ، ب ، هـ ، و) : في معظم مجموعات الفقاريات العظمية يوجد متصلا بالسطح السفلى للعلبة المخية عنصر جلدى وسطى هو **نظير الوتدى** ، من الصعب عادة تمييزه عن العلبة المخية الاصلية (وفي الثدييات والطيور لم يعد يبقى كعنصر منفصل) . والعلبة المخية نفسها حسنة التعظم بوجه عام الا ان منطقة المحفظة الانفية لا تتعظم اطلاقا في الاشكال البرية النموذجية ، وفي البرمائيات الحديثة يكون تعظم العلبة المخية اكثر اختزالا . وفي الاشكال حسنة التعظم ، كثيرا ما تلتحم العناصر العظمية للعلبة المخية في الاطوار اليافعة فتؤدى الى صعوبة تمييز العظام الفردية .

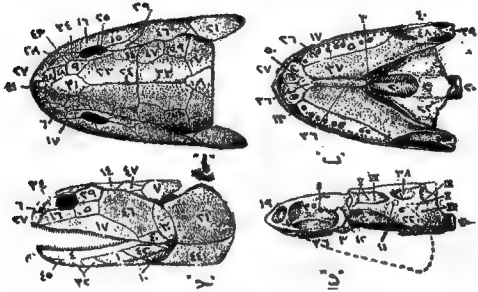
ويتضمن مؤخر الراس حلقة من اربع عظام هي **التداليان الوحشيان** على جانبي الثقب الكبير و**التدالى العلوى** و**التدالى القاعى** في الوسط الى اعلى واسفل واللزمة (المفردة بدائيا) محمولة بواسطة التداليين الوحشين و**التدالى القاعى** . ويخترق العصب تحت اللسانى (١٢) التدالى الوحشى ما عدا في البرمائيات الحديثة المتداعية حيث يختفى ، ويبرز معقد الحائر (١٠)

(١١) ووريد عادة خلال ثقب ودجى امام القذالى الوحشى مباشرة ، كما أن العصب التاسع يخرج من هنا أو عن طريق فتحة منفصلة امام هذه النقطة . وتوجد منطقة المحفظة السمعية على كلا الجانبين امام العظام القذالية ومحتوية على الاذن الداخلية . ويتعظم هذا الجزء في الفقاريات البرية البدائية في صورة عنصرين هما : **الاذنى الامامى والاذن الخلفى** كما توجد في رباعيات القدم فتحة خارجية هي الكوة البيضضية يبيت فيها الركبان الناقلان للصوت (الناشئان من الفك اللامى للأسماك) ، ويدخل العصب الثامن بالطبع الى السطح الداخلى للمحفظة ، وينقل العصب السابع الى السطح الخارجى للعبة المخية بواسطة مجرى فى الاذنى الامامى ، كما يبرز العصب الخامس خلال فتحة او اكثر على الخافة الامامية لهذا العظم .

وتضيق اللعبة المخية فى الاتساع بسرعة امام المنطقة السمعية الى المنطقة الوتدية التى تقع بين الحجاجين . ومن العناصر الاساسية هنا **الوتدى القاعدى** ، وهو تعظم بطنى وسطى منفرد من اسفل بالعظم نظير الوتدى . ويحتوى على جيب (او حفرة) للفدة النخامية (غير ظاهرة فى الاشكال) ، ويمتد منه من الجانب تنوء قاعدى للتمفصل مع المقعد الحنكى . وتخرق الشرايين السبالية الانسية العظم من الناحية البطنية لتدخل الى تجويف المخ . والجلد الجانبية متفاوتة التكوين الا انها تحتوى على الأقل على فتحة رئيسية للعصب البصرى (٢) وتسمح بنفاذ الاعصاب الصغيرة لعضلة العين (٣ ، ٤ ، ٦) ؛ ويتكون الطرف الامامى للعبة المخية فى رباعيات القدم البدائية عند تعظمه من عنصر كبير وسطى مفرد هو **الوتدى المصفوى** الذى ما زال باقياً فى صورة بدائية نوعاً فى اللاذليات الحية . ويحتوى هذا على الاعصاب الشمية التى تجرى للخلف من المحافظ الانفية النضرونية .

الجمعية فى الاسماك العظمية : بعد استعراضنا للفكرة العامة لجمعية الفقاريات فى مثل ونوع بدائى نوامى يمكننا الآن ان نقدم على دراسة اوجه اختلاف التركيب الذى تمثله مبتدئين بمقارنة تركيبها بنظيره فى الاسماك العظمية . ومن المنطقى ان ندأ بفصية الزعانف (مندثرة الآن تقريباً فيما عدا نموذجاً واحداً متخصصاً) ؛ اذ انها تتضمن اسلاف الفقاريات البرية . ويمكن فى هذه النماذج (شكل ١٥٤) معرفة معظم العناصر الاساسية باسماء عظام رباعية القدم . الا انها تختلف فى بعض الوجوه ؛ فمثلاً تتضمن المنطقة الانفية

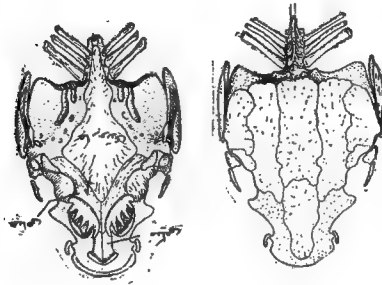
ومنطقة البوز في الامام غالباً شكلاً فسيئاً من عظام صغيرة (يحتمل انها حالة بدائية) وفي الخلف يوجد صف اضافي من عظام « لوحية اضافية » ليست جزءاً من الجمجمة الاصلية . إلا انه من الملاحظ وجود اختلافات في النسب ، فلفصية الزعانف منطقة وجهية قصيرة جداً أمام الحجاجين ، أما خلف الحجاجين فهي طويلة حيث يؤدي ذلك الى استطالة العظام الخلفية للسقف كثيراً . ولقد كانت اللعبة المخية لفصية الزعانف القديمة كثيرة التعظم للدرجة ان الحزوز غير واضحة والعناصر القرنية لا يمكن تمييزها . وفي كثير من المظاهر فان اللعبة المخية أيضاً (شكل ١٥٤ ، د) تشبه مثلثها في البرمائيات النموذجية المبكرة . الا انه يبدو ان هناك عقبة رئيسية عند مقارنة اللعب المخية للانواع ، عقبة ادت في وقت ما الى الاعتقاد بان فصيات الزعانف كانت متخصصة جداً للدرجة تمنعها من ان تكون اسلافاً لرباعيات القدم . وتكون اللعبة المخية في قطعتين منفصلتين امامية وخلفية ، يمكنهما التحرك بطريقة التوائية ، والنصف الخلفي مثقوب بواسطة ممر بطني كبير لحبل ظهري ضخم . ولا توجد هذه المظاهر التركيبية غير العادية في رباعيات القدم المعتادة ، وحتى في البرمائيات البدائية كما هي الحال في المستخدم هنا كنوع . وقد كان الشعور السائد لمدة طويلة ان فصيات الزعانف متخصصة في بناء اللعبة المخية . الا انه وجدت حديثاً علب مخية للبرمائيات القديمة جداً من العصر الديفوني المتأخر^{٢٢} . وقد لوحظ فيها (لدواعي دهشتنا وسرورنا) مجرى كبير للحبل الظهري ، وبينما لا يبدو ان هناك حركة بين نصفي اللعبة المخية ، فان هناك دليلاً واضحاً على تعظمها في وحدتين ، وعلى ذلك فهنا (كما في حالات أخرى كثيرة) نجد ان التراكيب التي يظن انها شاذة او متخصصة تمثل في الحقيقة حالات اسلاف . وللأسماك الرئوية علاقة بفصيات الزعانف (وبالتالي بأسلاف رباعيات القدم) الا انها في تراكيب جمجمتها قد تفرعت الى اتجاه مستقل تماماً يحتاج الى وصف مختصر . فقد فقد السقف معظم إمتداده الأصلي (وخاصة في الأجناس الحية) وبمثل بصفائح متباعدة لا يمكن معرفتها مباشرة . ومعظم عظام الحنك (فيما عدا الجناحين الكبيرين) قد فقدت او بقيت كفضاريف . وللعبة المخية مظاهر كثيرة يمكن مقارنتها بمثلثها في رباعية القدم الا انها تبقى غشوائية كلية في الأسماك الرئوية الحديثة ، وحتى في معظم الأجناس الحفرية . وعلى ذلك فان في الجمجمة — كما في بقية الجسم — يكون هيكل السمكة الرئوية متداعياً الى حد كبير .



شكل ١٥٤

مجمعة فصية الزعانف القديمة (مركبة) ، للمقارنة بمجمعة فقاري يرى بدائي (راجع شكل ١٥١) . ١ - منظر ظهري ب - منظر حنكي ج - منظر جانبي . د - منظر جانبي للعلبة المخية . يختلف الغطاء الأدمي للإبرنثودونت عن مثيله في فصية الزعانف مبدئياً في فقد العناصر الفطائية والصف الخلفي من العظام على السقف ، الاختزال النسبي في طول الجزء الخلفي للمجمعة واستطالة منطقة الوجه ، اختزال العناصر الصغيرة في منطقة البوز والأنف . والحنك متشابه في كليهما . والعلبة المخية في الإبرنثودونت أقل كمالات في التعظم المتكون في قطعة واحدة بدلاً من اثنتين في فصية الزعانف ، وينقصها الحبل الظهري الكبير الامتداد الموجود في الأخيرة .

١ = الزاوي ، ٢ = القذالي القاعدي ، ٣ = الوتدي القاعدي ، ٤ = السني ، ٥ = الجناحي الخارجي ، ٦ = فتحة الأنف الخارجية ، ٧ = لوج ، ٨ = اللوح الإضافي الجانبي والوسطى ، ٩ = الجبهي ، ١٠ = الحلقى ، ١١ = تمفصل فكى لامي ، ١٢ = ثقب للسباتي الأنسي ، ١٣ = فتحة الأنف الداخلية ، ١٤ = بين الصدغي ، ١٥ = الوجنى ، ١٦ = الدبسي ، ١٧ = الفكى ، ١٨ = المحفظة الأنفية ، ١٩ = الحبل الظهري ، ٢٠ = الفطائى ، ٢١ = المحفظة السمعية ، ٢٢ = الجدارى ، ٢٣ = الثقب الجدارى ، ٢٤ = الجبهي الخلفى ، ٢٥ = الحنكى ، ٢٦ = الفكى الأمامى ، ٢٧ = خلف الأنف ، ٢٨ = خلف الحجاجى ، ٢٩ = الفطائى الأمامى ، ٣٠ = خلف البوز ، ٣١ = خلف البقى ، ٣٢ = خلف الجدارى ، ٣٣ = الجبهي الأمامى ، ٣٤ = الوتدي الأمامى (الوتدي المصفوى) ، ٣٥ = نظير الوتدي ، ٣٦ = الجناحي ، ٣٧ = كوة خلف صدغية ، ٣٨ = كوة خلف صدغية ، ٣٩ = المربعى ، ٤٠ = المربعى

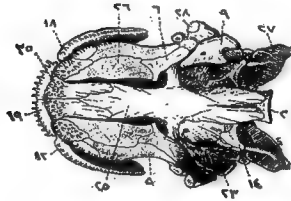
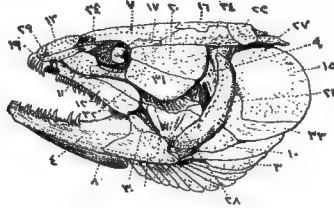


شكل ١٥٥

سقف الجمجمة والحنك في السمكة الرئوية الأسترالية إيسرانودوس،
العلبة المخية (النقطة) غشائية إلا أنه يوجد تحتها نظير وتدى.
كبير ويتضمن السقف الأدمى سلسلة صغيرة فقط من الصفائح الكبيرة التي
لا يمكن مضاهاتها بمثيلتها في الأشكال الأخرى . الفك العلوى ملتصقان
بالعلبة المخية والعظام الوحيدة في الفك العلوى أو الحنك هي الجناحيان
الكبيران ، والميكيمان . ويحمل الجناحيان صفائح سنّية كبيرة مروحية.
الشكل ٤ كما توجد سن قاطعة صغيرة على كل عظم ميكى .
(من جودرتش)

تابع شكل ١٥٤ ، الوجنى ٤١ = البوزى ، ٤٢ = فوق الزاوى ، ٤٣ = الحاجز
الفكى ، ٤٤ = تحت الفطائى ، ٤٥ = البقى ، ٤٦ = القشرى ، ٤٧ = فوق
الصدغى ، ٤٨ = الجفرة تحت الصدغية ، ٤٩ = المسطحى ، ٥٠ = الميكى ،
الأرقام الرومانية ثقب الأصاب المخية (١) ، بمينية على الأوستيوبترون
ج بمينية على الأوستيوبليس ، د بمينية على الأكتيوميتوراكس ، المدولات
من جارقك ، رومر ، ساف سودبرج ، ستيميو .

وللأسماك شعاعية الزعانف (فيما عدا الاسترجونات والأسماك
المجدافية) جمجمة حسنة التعظم (شكل ١٥٦ ، ١٥٧) يمكن مقارنتها ،

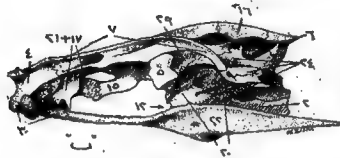
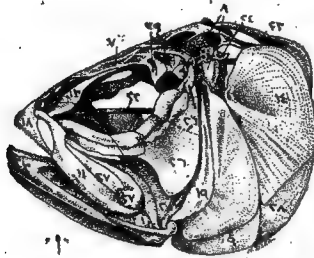


شكل ١٥٦

١ - منظر جانبي ، ب - منظر حنكي لأميا أقل شعاعية الزعانف الحية
مختصا .

الاختصارات ١ = الزاوي ، ٢ = القذالي القاعدي ، ٣ = أشعة غطاء
الخياشيم ٤ = السني ، ٥ = الأدمي المصفوي ، ٦ = البرتدي الأذني الأدمي ،
٧ = فوق الأذني ، ٨ = الجبهي ، ٩ = الفك العلوي ، ١٠ = بين الفطائي ،
١١ = الدمعي ، ١٢ = الفك السفلي ، ١٣ = فتحة القوس العظمي ، ١٤ = الأنفي
١٥ = الفطائي ، ١٦ = الحاجبي الوتدي ، ١٧ = الجداري ، ١٨ = المنظر
المصفوي ، ١٩ = الفك الأمامي ، ٢٠ = الفطائي الأمامي ، ٢١ = الإذني
الأمامي ، ٢٢ = الجبهي الأمامي ، ٢٣ = نظير الوتدي ، ٢٤ = خلف
الصدغي ، ٢٥ = الجناحي الأذني ، ٢٦ = المربعي ، ٢٧ = تحت
الحجابي ، ٢٨ = الفك العلوي ، ٢٩ = الفك السفلي ، ٣٠ = تحت الفطائي ،
٣١ = الوتدي الأذني ، ٣٢ = الميكسي .

(عن جريجوري)



شكل ١٥٧

الشبكة العظمية كلوييا- (الرنجة) ١٠ ، منظر جانبي لهيكل الرأس
وغطاء الخياشيم ، ب - منظر جانبي للعبة المخية ، تركيب جهاجم الاسماك
العظمية منخصص للدرجة عالية الا انه مشتق من النظام العام المشاهد
في « آميا » .

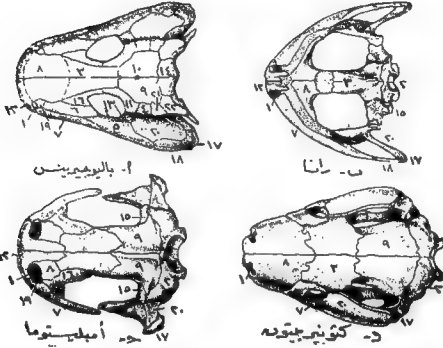
الاختصارات : ١ = المفصلي ، ٢ = القذالي القاعدي ، ٣ = السني ،
٤ = المضفوي الاممي ، ٥ = الوددي الاذني الاممي ، ٦ = فوق الاذني ،
٧ = الجبهي ، ٨ = الفكّي الاممي ، ٩ = بين الفطائي ، ١٠ = الدنمي ،
١١ = الفكّي ، ١٢ = (السهم) = فتحة القيو العضلي ، ١٣ = الانفي ، ١٤ =
الفطائي ، ١٥ = الوددي الحجاجي ، ١٦ = الجداري ، ١٧ = نظير المضفوي ،
١٨ = الفكّي الاممي ، ١٩ = الفطائي الاممي ، ٢٠ = الاذني الاممي ، ٢١ =
الجبهي الاممي ، ٢٢ = نظير الوددي ، ٢٣ = خلف الصدى ، ٢٤ =
الجبناحي الاذني ، ٢٥ = المريعي ، ٢٦ = تحت الحجاجي ، ٢٧ =
= الفكّي العلوي ، ٢٨ = تحت الفطائي ، ٢٩ = الوددي الاذني ، ٣٠ =
(من جريجوري)
الميكسي .

بالنسبة لمكوناتها الرئيسية وترتيبها ، بتلك الخاصة برباعيات القدم المبكرة وفصية الزعانف (بالرغم من أن العلية المخية لا تتجزأ كلية أبدا كما في المجموعة الأخيرة) . ومع ذلك فإننا عندما نحاول مقارنة وتسمية العظام الفردية نصادف مشكلة مستعصية . ومن المحتمل أن شعاعية الزعانف قد اُفترقت في تاريخ مبكر جدا عن هذا الخط مما أدى إلى فصية الزعانف وسليلاهما من رباعية القدم ، وبالتالي فإن ترتيب العظم فيها يرتبط قليلا بما يشاهد في المجموعة الأخرى . ومعظم شعاعية الزعانف الحية أسماك عظمية تتميز (ضمن مميزات أخرى) بالاختزال الكبير للمنطقة البذبية وقصر التجويف الفكي وتفكك واختزال عناصر الفك العلوى .

تاريخ سقف الجمجمة في رباعية القدم : بدلا من أن نناقش تسلسل التغيرات الطارئة على النظام الجمجمي لرباعيات القدم البدائية بوجه عام ، في مجموعة بعد أخرى من الفعاريات العليا فإننا سنتتبع على حدة تاريخ المكونات الرئيسية الثلاثة للجمجمة . وفي سقف الجمجمة يعتبر التاريخ المتأخر من الأشياء المفقودة أو المتداعية تماما ، ولا يوجد على الإطلاق أى تكوين لعنصر جديد ، ويوجد دائما في كل وقت درجة أكبر أو أقل من الاختزال ، وليس هناك أى رباعى قدم حى يحتفظ كلية بنظام أسلافه المبكرة والقليل ما زال يحتفظ بفضاء سقفى ضئيل .

وتظهر البرمائيات الحديثة (شكل ١٥٨ ب - د) اختزالا أكثر للسقف من غالبية الطوائف العليا . والسقف مختزل في الضفادع إلى مجرد إطار من العظم يحد حافات السقف الصلب الأسمى من الخارج ، ولا يبقى هناك سوى خمسة أزواج أصلية من سبع عشرة من العظام السقفية هي : الفكبان الأماميان ، الفكبان ، القشريان ، الأنفيان والجبهيان المتحيمان (اللذان يلتحم معهما الجداريان) . وللسمندر سقف أعرض إلا أن الاختزال في عدد العناصر يصل أقصاه تقريبا . ويمكن تطبيق نفس الكلام على عديمة الأرجل التى لتتح فيها العناصر الباقية كبقيا كان مكونة عنصرا حفارا متماسكا .

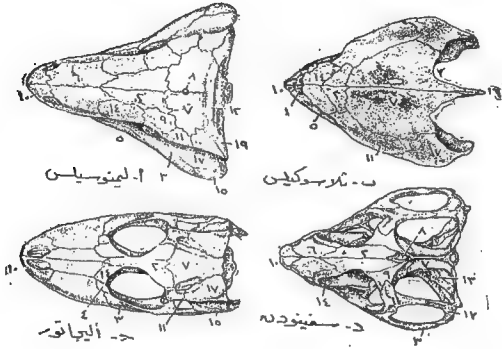
ولقد كان في الزواحف الأصلية (شكل ١٥٩ ، ١٦٠) انتقل قليل للنظام الأسمى للعناصر الصغيرة والجداريان الخلفيان تماما في معظم مجموعات الزواحف (. وفي الزواحف المتأخرة (شكل ١٥٩ ب ، د ، شكل ١٦٠ ب) توجد تحورات عديدة ومختلفة في نظام السقف ويحدث فقد في العناصر إلى



شكل ١٥٨

مناظر ظهرية لجماجم برماليات ١ - لابرنشودنت بدائي ، ب شفدعة ،
ج - سمندر ، د - عديم الأرجل .

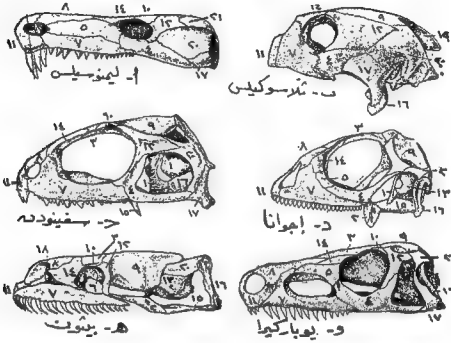
الاختصارات : ١ = فتحة الأنف الخارجية ، ٢ = القذالي الوحشي ،
٣ = الجبهي (ملتحم مع الجداري في الضفادع) ، ٤ = بين الصدغي ، ٥
= السوجني ، ٦ = الصدغي ، ٧ = الفك ، ٨ = الإنفي ، ٩
= الجداري ، ١٠ = الثقب الجداري ، ١١ = الجبهي الخلفي ، ١٢
= الفك الأمامي ، ١٣ = خلف الحجاجي ، ١٤ = خلف الجداري ، ١٥
= الأذني الأمامي ، ١٦ = المربعي ، ١٧ = المربعي الوجني ، ١٨ = الحاجز .
١٩ = القشري ، ٢٠ = فوق الصدغي ، ٢١ = المسطحي .
(١) عن واتسون ، د ، عن ماركس (



شكل ١٥٩

مناظر ظهرية لجماجم زواحف أ - أحد الزواحف الأصلية من العصر القديم ، ب سلحفاة بحرية ، ج - تمساح أمريكي صغير ، د - سفينودون .

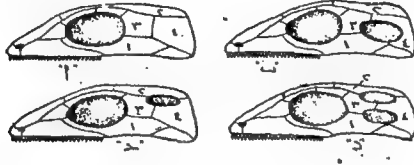
الاختصارات : ١ = فتحة الأنف الخارجية ، ٢ = الجبهي ، ٣ = الوجني ، ٤ = الدمعي ، ٥ = الفكى ، ٥ = الأنفى ، ٧٧ = الجدارى ، ٨ = الثقب الجدارى ، ٩ = الجبهي الخلفى ، ١٠ = الفكى الأمامى ، ١١ = خلف الحجاجى ، ١٢ = خلف الجدارى ، ١٣ = الأذن الأمامى ، ١٤ = الجبهي الأمامى ، ١٥ = المربعى الوجني ، ١٦ = القذالى العلوى ، ١٧ = القشرى ، ١٨ = فوق الصدغى ، ١٩ = المسطحى .



شكل ١٦٠

مناظر جانبية لجماجم زواحف أ - أحد الزواحف الأصلية من العصر القديم ب - سلحفاة بحرية ، ج - سفيثودن ، د - سحلية ، هـ - يثون ، و - أحد الزواحف القياسية البدائية من نوع انحدرت منه الطيور والديناصورات والتماسيح .

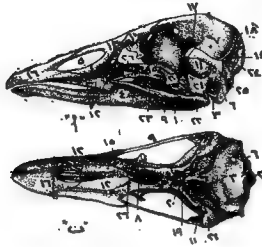
الاختصارات : ١ = فوق الجناحي ، ٢ = الجناحي الخارجى ، ٣ = الجبهي ، ٤ = الوجنى ، ٥ = الدمعى ، ٦ = الوتدى الجانبى ، ٧ = الفكى ، ٨ = الأذن ، ٩ = الجدارى ، ١٠ = الجبهي الخلفى ، ١١ = الفكى الأمامى ، ١٢ = خلف الججاجى ، ١٣ = الأذن الأمامى ، ١٤ = الجبهي الأمامى ، ١٥ = الجناحي ، ١٦ = المربعى ، ١٧ = المربعى الوجنى ، ١٨ = الحاجز الفكى ، ١٩ = القذالى العلوى ، ٢٠ = القشرى ، ٢١ = فوق الصدغى .
(و ، عن بروم)



شكل ١٦١

وسوم تخطيطية تبين أنواع الفتحات الصدغية في الزواحف .
 ا - نوع عديم الحفر (الزواحف الأصلية والسلاحف) ، ب - نوع
 سفلى الحفرة (الزواحف الشبيهة بالثدييات) ، ح - نوع علوى الحفرة
 (الزواحف السباحة المنقرضة وأمثالها) د - نوع ثنائى الحفرة ، الرنكوسفاليات ،
 الزواحف القياسية ، السحالي والثعابين . تبتق بفقد أحد الأقواس الصدغية
 أو كليهما .
 الاختصارات : ١ = الوجنى ، ٢ = الجدارى ، ٣ = خلف الحجاجى ،
 ٤ = القشرى .

حد ما ، إلا أن التحورات الرئيسية تربط أساسا بتكوين فتحات في المنطقة
 الخدية للجمجمة هي الفتحات الصدغية التي تعطى مفتحاً فيما لتقسيم
 الزواحف وصلة قرابتها (شكل ١٦١) . وتكون هذه الفتحات التي تساعد
 على اراحة العضلات الصدغية في أثناء انقباضها في الجانب العلوى للخد
 أو في موضع منخفض أو في كلا الموضعين . وتسمى في الحالة الأخيرة ثنائية
 الحفرة ، نتيجة لبقاء عارضتين عظيمتين على الخد بعد تكوين الفتحات .
 وليس للزواحف الأصلية فتحات صدغية وكذلك الحال في السلاحف ، وهم
 احتمال تأكل السقف ليعطى نتيجة تشبه تكوين الفتحات . ولهذه الزواحف
 المنقرضة مثل الزواحف السباحة والزواحف السمكية فتحة علوية . والناطقة
 الكبيرة من الزواحف (الحية والمنقرضة) ثنائية الحفرة . وبصدق هذا
 في السفينودون وفي جملة الزواحف القديمة بما فيها التماسيح كاملة حية ،
 والطيور (شكل ١٦٢) ثنائية الحفرة في الأصل بيد أن العوارض الخدية ،
 خارج العلبة المخية المنخفضة قد اختلفت للدرجة كبيرة . وقد انحدرت
 المغطاءات « السحالي » والثعابين كذلك من أسلاف ثنائية الحفرة ، إلا أن



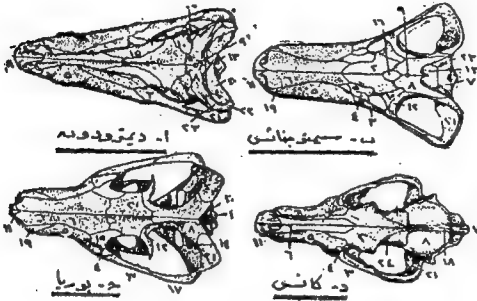
شكل ١٦٢

١ - منظر جانبي ، ب - بطني . لمجمعة بطة (أناس) .
 الاختصارات : ١ = الزاوي ، ٢ = القذالي القاعدي ، ٣ = الوددي
 القاعدي ، ٤ = السني ، ٥ = فتحة الأنف الخارجية ، ٦ = القذالي
 الوحشي ، ٧ = الجبهي ، ٨ = فتحة الأنف الداخلية ، ٩ = الوجني ، ١٠
 = الدمعي ، ١١ = الوددي الجانبي ، ١٢ = الفكّي ، ١٣ = الأنفي ، ١٤
 = الجداري ، ١٥ = الحنكي ، ١٦ = الفكّي الأمامي ، ١٧ = خلف الحجاجي ،
 ١٨ = خلف الجداري ، ١٩ = نظير الوددي ، ٢٠ = الجناحي ، ٢١ =
 المربعي ، ٢٢ = المربعي الوجني ، ٢٣ = القذالي العلوي ، ٢٤ = القشري ،
 ٢٥ = الميكمي .
 (من هيلمان)

المعارضة السفلى قد ثلاثت في العظاءات « السحالي » واختفت الاثنان في الثعابين .

وفي أسلاف الثدييات (شكل ١٦٣ ، ١٦٤) تكونت فتحة صدغية واحدة وهي التي كانت في البداية صغيرة نسبيا وفي أسفل الخد ، وفي الأشكال المتأخرة تكبر الفتحة تدريجيا لتضمن المنطقة الخدبة كلها تقريبا ، وحتى المعارضة خلف الحجاج تتلاشى في معظم الثدييات (وربما يعاد بناؤها فيما بعد كما يلاحظ في الرئيسيات) وفي حيوان ثديي نموذجي تتضمن بقايا سقف الجمجمة الأصلي والخد (خلف الحجاجين) فقط :

١ - القوس الوجنية الضيقة تحت المساحة المنقطعة بالعضلات الصدغية



شكل ١٦٣

- مناظر ظهريّة لجماجم تبين تطور سقف الجمجمة في الثدييات .
 ١ - سلف نديبي بدائي مبكر من عصر تكوين الجبال (شبيه الثدييات) .
 ب - ثيرابسيد متأخر من عصر تكوين الجبال .
 ج - ثيرابسيد متقدم من العصر الترياسي (عصر تكون الصخور الحمراء)
 د - الكلب .

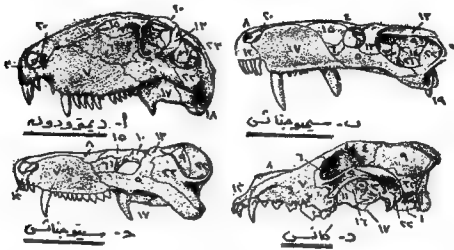
الاختصارات ، ١ = القذالي الوحشي ، ٢ = الجبهي ، ٣ = الوجني ،
 ٤ = الدمعي ، ٥ = الفكّي ، ٦ = الأنفي ، ٧ = العظم القذالي ، ٨ =
 الجداري ، ٩ = الثقب الجداري ، ١٠ = الجبهي الخلفي ، ١١ = الفكّي
 الأمامي ، ١٢ = خلف الحاجبي ، ١٣ = خلف الجداري ، ١٤ = الأذني .
 ١٥ = الجبهي الأمامي ، ١٦ = الجداري الأمامي ، ١٧ = المربعي ،
 ١٨ = المربعي الوجني ، ١٩ = العرف السهمي ، ٢٠ = الحاجز الفكّي ،
 ٢١ = القذالي العلوي ، ٢٢ = القشري ، ٢٣ = فوق الصدفي ، ٢٤ =
 المسطح ، ٢٥ = خطوط صدغية .

(ب ، من واتسون ، ج ، من بونسترا)

وفي نموذج مثل الكلب مثلاً .

- ٢ - المنطقة المحدودة في الخط الوسطى لسقف الجمجمة والتي يحتمل
 أن تكون عرفاً سهمياً .

وبميل الرء من الوهلة الأولى إلى الظن بأن المساحة التي تغطي الجدر
 الجانبية للعلبة المخية النسبسة (المتكونة أساساً من امتداد الجداري .



شكل ١٦٤

- مناظر جانبية تبين تطور جفجمة الثدييات .
 - سلف ثديي بدائي مبكر من عصر تكوين الجبال (شبه الثدييات) .
 ب - ثيرابسيد متأخر من عصر تكوين الجبال .
 ج - ثيرابسيد متقدم من العصر الترياسي (عصر تكوين الصخور الحمراء)
 د - الكلب .

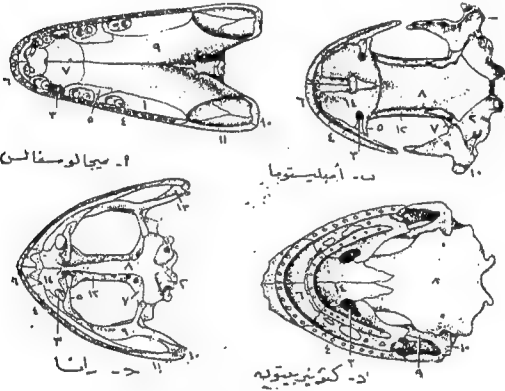
الاختصارات : ١ = القلة السمعية ، ٢ = الولدي الجناحي ، ٣ =
 فوق الجناحي ، ٤ = الجبهي ، ٥ = الوجني ، ٦ = اللامي ، ٧ = الفك ،
 ٨ = الأنفي ، ٩ = الجداري ، ١٠ = الجبهي الخلفي ، ١١ = الحنكي ، ١٢ =
 = الفك الأمامي ، ١٣ = خلف الحاجبي ، ١٤ = خلف الجداري ، ١٥ =
 الجبهي الأمامي ، ١٦ = الولدي الأمامي ، ١٧ = الجناحي ، ١٨ =
 المري ، ١٩ = المري الوجني ، ٢٠ = الحاجز الفك ، ٢١ = القذالي
 العلوي ، ٢٢ = القشري ، ٢٣ = فوق الصدغي .
 (ب ، من والسون ، ج ، من بروبلي وسكرودر)

والجبهي) هي جزء من السطح الخارجي للجمجمة وان الأقواس الوجنية
 نثرت مضافة الى الخارج (مثل مقابض الإزريق) ، ورغم ذلك (كما
 سنناقش فيما بعد) فان هذه الأسطح الجانبية للعلبة المخية ليست جزءا من
 الامتداد الأصلي للعظام السقفية ، واتما ثنيات عميقة حديثة التكوين تقع
 للداخل من عضلات الفك ، وبقي السطح الأصلي للخارج منها .

وبينما كانت الفتحات الصدفية تتكون في نشوء الثدييات فقد صاحبها
 اختزال في عناصر سقف الجمجمة . فيختفي بين الصدغي وفوق الصدغي في

ونت مبكر ويتبعهما فقد الحاجز الفكى والمربعى الوجنى . ويتحد خلف الحدارى والسطحى بالمعظام القذالية ، وتختزل العناصر الخمسة الأصلية التى يحيط بالحجاج الى الوجنى والدمنى الصغير ، وحين يكبر الفكى كثيرا تمشيا مع تكوين الأنساب الكبيرة . ويلاحظ خلال دورة تتابع النماذج المنعزسة من الحيوانات الشبيهة بالتدييات (مع تكون الفتحات وفقد العناصر وتغير النسب) التكوين التدريجى للنظام المألوف لجمعية التدييات .

المعقد الحنكى فى رباعيات القدم : تبقى العناصر الجلدية الأصلية للمعقد الحنكى فى البرمائيات الحديثة (شكل ١٦٥ ب - د) ، فيما عدا العنصر

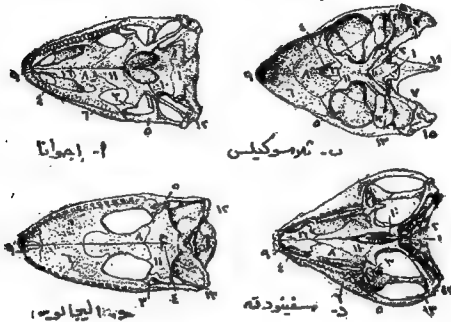


شكل ١٦٥

الحنك فى البرمائيات : ١ - لابرنثودونت العصر القديم ب - سمندر ،
ج - ضفدعة د - برمائى عديم الأرجل .

الاختناصات : ١ = الجناح الخارجى ، ٢ = القذالى الوجنى ، ٣ =
محة الأنف الداخلية ، ٤ = الفكى ، ٥ = الحنكى ، ٦ = الفكى الامامى ،
٧ = الأذن الامامى ، ٨ = نظير الوتدى ، ٩ = الجناح ،
١٠ = الربعى ، ١١ = المربعى الوجنى ، ١٢ = الوتدى المصغى ، ١٣ =
القشرى ، ١٤ = الميكسى .

(١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤)



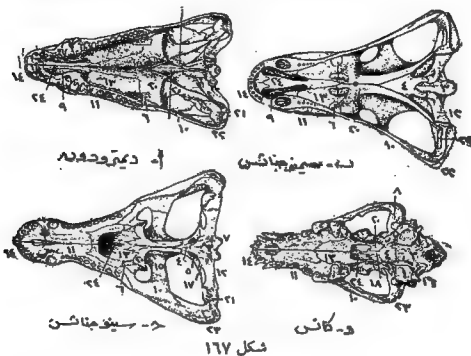
شكل ١٦٦

الحنك في الزواحف - أ - سحلية ، ب - سلحفاة بحرية ، ج - تمساح أمريكي صغير ، د - سفينودون .
 الاختصارات : ١ = القذالي القاعدي ، ٢ = الوندي القاعدي ، ٣ =
 الجناحي الخارجي ، ٤ = فتحة الأنف الداخلية ، ٥ = الوجني ، ٦ =
 الفك ، ٧ = الأذن الخلفي ، ٨ = الحنكي ، ٩ = الفك الأمامي ، ١٠ =
 نظير الوندي ، ١١ = الجناحي ، ١٢ = المربعي ، ١٣ = المربعي الوجني ،
 ١٤ = القذالي العلوي ، ١٥ = القشري ، ١٦ = اليكمي .

الخلفي الجانبي (الجناحي) ، إلا أن المربعي قد لا يكون كامل التعميم : وفوق
 الجناحي غائب . وبالإضافة إلى ذلك فإن المفصل (المتحرك في الأصل) بين
 العلبة المخية والحنك مفقود ، ويتحم الاثنان تمامًا جامداً . والطسرف
 الأمامي للعلبة المخية ضيق في الضفادع ، وتوجد تجاوزيف بين جناحيه كبيرة
 جداً . وفي الرتبة الأخيرة يكون قاع العلبة المخية - المغطي بنظير الوندي -
 عريض جداً ومفطع ، وعلى ذلك تكون التجاويف على الجانبيين أقل تكويناً .
 وفي الزواحف (شكل ١٦٦) نجد الأنواع المبكرة أكثر تقارباً للحالات البدائية ،
 وقد كونت العرشيات والسفينودون تجاوزيف بين جناحيه وأبقت على الحركة
 الأصلية للحنك على العلبة المخية ، أما في المجموعات الأخرى فإن التركيبين
 يلتحمان معاً في المنطقة الوندية ، ويهيل الحنك إلى أن يصبح صفحة صلبة

على امتداد اتساعه . وقد يمكن اختزال الأقواس الصدغية في الحرشغيبات
المعظم المربى من التحرك بحرية على بقية الجمجمة ، وفي الثعابين يغطيها ذلك -
الى جانب مرونة التراكيب الفككية - تجويفا هائلا لابتلاع الفريسة
الكبيرة بأكملها (شكل ١٦٠ ، د ، هـ) وفي بعض السلاحف توجد فتحات
الأنف الداخلية ، التي تقع في أقصى الأمام في الأشكال البدائية ، في جيب في
سقف الحلق مع بعض التكوين لرف ثانوى من العظم تحتها . ونشاهد هنا
بداية حنك ثانوى . ويتكون هذا بدرجة ارفع في التماسيح والتماسيح
الأمريكية التي يتسع فيها الرف الثانوى للعظم للدرجة ان القنوات الهوائية
تمتد بعيدا في اتجاه مؤخر الجمجمة قبل ان تفتح في الفم ، وهي ظاهرة
مفيدة لهذه الحيوانات المائية عند التعامل مع الفريسة تحت الماء .
والتراكيب الحنكية في الطيور (شكل ١٦٢ ب) خفيفة البناء ومرنة ولها
تمفصل متحرك مع العلية المخية ومع المربى الحر الحركة .

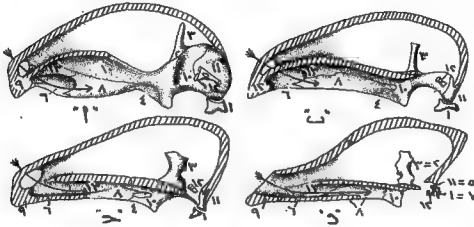
وفي التسلسل المؤدى الى الثدييات (شكل ١٦٧ ، ١٦٨) كان جوهر
الحنك في النماذج القديمة هو نفسه الخشاع في كل الزواحف المبكرة ، ومع ذلك
تحدث تغيرات ملحوظة في الأطوار المتأخرة ، فتلتحم الصفيحتان الحنكيتان
باحكام في جانبي العلة المخية مع فقد للحركة (ويختفى الجناحى الخارجى
الصغير) ، ويستمر تكوين حنك ثانوى في الأمام حيث يعبر الفك والحنكيان
على قاع القبر الاصلى لسقف الحنك ، ورغم أن هذا التكوين الذى يسهل
التنفس بالتنسيق مع النشاط الفلأثى لا يمتد أبدا بقدر ما هو في التماسيح ،
مقد كان بالتخمين مفيدا لأسلاف الثدييات التي كان التنفس غير المتوقف فيها
سرورة وظيفية . وفي الخلف يوجد في التسلسل المؤدى للثدييات اختزال
للعناصر الحنكية ، فيختفى ذوق الجناحى من التركيب الحنكى (وسنجد
هنا متحدا مع العلة المخية) ويقتصر الجناحى ليصبح (كما يتضح من اسمه)
زائدة جناحية الشكل متصلة بقاعدة العلة المخية ، اما المربى (الصغير في
الترابسيديا) فقد ترك مكانه في الجمجمة في الثدييات ، لصبح عظيمة
سمعية ، ويرتبط هذا التغير الآخر بتكوين تمفصل جديد وحد من نومه
في الثدييات . وكما هو مبين في القسم الآخر من هذا الفصل ينمو العظم
السنى للفك السفلى في الترابسيديا المتقدمة الى أعلى وللخلف لينترب من
العنبرى عند نقطة مجاورة لتمفصل الفك السفلى الاصلى مع المربى . وفي



- سلسلة من الجماجم في منظر بطني تبين تطور الحنك في الثدييات
- أ - نصيبه ثديي بدائي مبكر من عصر تكوين الجبال .
 - ب - ثيرابسيد متأخر من عصر تكوين الجبال .
 - ج - ثيرابسيد متقدم من العصر الترياسي (عصر تكوين الصخور الحمراء) .
 - د - الكلب .

تتضمن التغيرات الرئيسية تكوين حنك ثانوي في ج ، د ، وفقد التمثفصل القاعدي المتحرك والتهام العلبة المخية مع الحنك في ب - د ، واختزال الجناحي ، وققد المربعي من تركيب الجمجمة وتكوين منحل جديد للفق في د ، وإضافة قلة سمعية في د .

الاختصاصات : ١ = القلة السمعية ، ٢ = التمثفصل القاعدي للحنك والعلبة المخية ، ٣ = القلالي القاعدي ، ٤ = الوددي القاعدي ، ٥ = فوق الجناحي ، ٦ = الجناحي الخارجى ، ٧ = القلالي الوحشى ، ٨ = التجويف الأروحي ، ٩ = فتحة الأنف الداخلية ، ١٠ = الوجنى ، ١١ = الفك ، ١٢ = الأذننى المظلى ، ١٣ = الحنكى ، ١٤ = الفك الأمامى ، ١٥ = خلف الحجاجى ، ١٦ = النتوء جار القلالي ، ١٧ = الأذننى الأمامى ، ١٨ = الوددى الأمامى ، ١٩ = نظير الوددى ، ٢٠ = الجناحي ، ٢١ = المربعى ، ٢٢ = المربعى الوجنى ، ٢٣ = القشرى ، ٢٤ = الميكى .



شكل ١٦٨

رسوم تخطيطية تبين تطور التراكيب الحنكية والعظمية السسمية من الزواحف البدائية للتدييات . مقاطع طولية للجماجم بمظام سقف الحمجمة والحنك ممثلة كأنها مقطوعة عمودياً الى اليمين مباشرة من الخط الوسطى (الاسطح المكتسوفة) وقد ازيل النصف الأيسر للجمجمة والعلبة العظمية بأكملها لتظهر التراكيب الحنكية للجانب الأيمن في منظر وسطي وبالإضافة ، فقد رسم العظم الركابى والعنصر المفصلى للفك السفلى لتبين تطور العظميات السسمية .

١ - شبه تدييات بدائية (ديمترودون) ب - ثيرابسيد بدائية ، ح - أحد الزواحف المتقدمة ثديية الشكل ، د - حيوان ثديي .
 وفى ١ ، ب يدخل الهواء الداخلى (السهم) الى تجويف الفم مباشرة خلال فتحات الأنف الداخلية الواقعة للأمام . وفى ج ، د يتكون حنك ثانوى كما يوجد بعض الانهيار فى الحنك الابتدائى . وفى أ يتم فصل الحنك متحركاً مع العلبة المخية عند جيب على العظم فوق الجناحى ، وفى ب يصبح الحنك مثبتاً الى العلبة المخية ، ويفقد العظم فوق الجناحى وظيفته الأصلية إلا أنه يسمى كعظم وتدى . جناحى فى التدييات . وفى د يختزل الجناحى كما يختزل المربعى والمفصلى ، اللذين يكونان التتمفصل بين الفكين العلوى والسفلى . فى الحجم ، ويفقدان وظيفتهما الأصلية ولكنهما يبقيان كمظلمات سسمية .

الاختصارات : ١ = المفصلى ، ٢ = الوتدى الجناحى ، ٣ = فوق الحناحى ، ٤ = الجناحى الخارجى ، ٥ = السندان ، ٦ = الفكى ، ٧ = المطرقة ، ٨ = الحنكى ، ٩ = الفكى الأمامى ، ١٠ = الجناحى ، ١١ = المربعى ، ١٢ = الركابى ، ١٣ = اليكمبر .

التديبات تتكون تقرة جديدة للفك على السطح السفلي للشرى ويقصد
العظم المرمى وظيفته الأصلية .

العلبة المخية في رباعيات القدم العليا : تميل العلبة المخية في البرمائيات

الحديثة الى أن تصبح عريضة ومفلطحة ، ويزداد ذلك في الثدييات وعلبة
الأرجل منه في الضفادع . ومع التدامى الميكلى المشاهد عامة في الرتب الثلاث
الحية ، فقد عادت بدرجة كبيرة الى الحالة النضروفية . ويوجد زوج من
القدالي الوحشى ، وأكثر الأحيان عظم اذنى امامى ، وفي الامام وتلد
مصفوى ، في حين اختفت التعظمت الأخرى . وتكون اللقمة القذالية ،
المفردة أصلا ، زوجية في البرمائيات الحية ، وتقتصر الجمجمة تقريبا في
الخلف حيث لم يعد يوجد العصب المخي الثاني عشر (تحت اللسانى) في
المنطقة القذالية . وتظهر الزواحف ، على التقيض ، في حالات كثيرة احتفاظا
للمظاهر البدائية ، فلا يوجد عادة تفلطح في العلبة المخية ، والتعظم احسن
كثيرا منه في البرمائيات الحديثة باستثناء شيء واحد ، هو أن كل عنصر
عظمى بدائى العلبة المخية ما زال موجودا . وتبقى اللقمة القذالية مفردة في
كل الزواحف النموذجية ، وتستبقى الزواحف ثعبا تحت لسانى . ويوجد
اختلاف رئيسى واحد من البرمائيات البدائية ، وذلك يرجع بالتخمين الى
الضيق النسبى للجمجمة ، هو أن الحجاجين مجاورين احدهما للأخر ومنطقة
العلبة المخية التى تربط بينهما لا تتعظم ، ويختزل أو يفتىب التعظم القديم
للوئدى المصفوى (رغم احلاله جزئيا في الثعابين والتماسيح بعنصر جديد هو
الوئدى الجانبى) . وتحاط العلبة المخية المتنفخة تماما في الطيور (شكل
١٦٢ ص ١٨٦) بالعظم وذلك بسبب عملية تكوين جديدة لصفائح عظمية
تقارن بتلك التى سيأتى وصفها فيها بعد للتديبات .

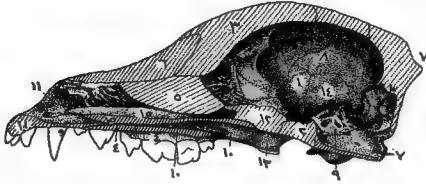
العلبة المخية للثدييات : كانت عناصر العلبة المخية - في الزواحف

تدبىة الشكل - هى تلك المشاهدة في البرمائيات المبكرة والزواحف البدائية ،
وعندما تُصل الى حالة التديبات تكون قد حدثت تغيرات ملحوظة (شكل
١٦٩ ، ١٧٢) . فقد أصبحت اللقمة (كما في البرمائيات الحديثة) زوجية
أكثر منها مفردة ، كما التحمت العظام القذالية في الطور اليافع الى عنصر
قدالى واحد (ضيفت اليه تعظمت جلدية من مؤخر الجمجمة) ، وتكون المحفظة
الأذنية ، التى كانت تتكون بدائيا من عظمتين ، في الطور اليافع من تركيب
ملتحم محكم هو حول الأذنى ، وهو يقع على جانب جدار العلبة المخية من
اسفلى . وقد يبرز من الخلف ليكون نتوءا حليميا قد يكون ملاصقا له نتوء
جار قدالى بارز للعظم القدالى . ويقع تجويف الأذن المتوسطة -

، يحتوى على عظيمات سمعية رقيقة - للخارج مباشرة من حول الأذن ؛ بحيث تكون طبلة الأذن عند سطحه الخارجى . ومع نتيجة حماية هذه التراكيب الرقيقة يتكون في الثدييات الشيمية قلة سمعية متعظمة . وتحتوى هذه القلة دائما على عنصر جلدى هو العظم الطبلى الذى يكون حلقة حول طبلة الأذن وقد يستكمل تكوين القلة ، ورغم ذلك ففى ثدييات كثيرة يقوم عنصر ثان صغير هو الطبلى الداخلى ، سبق تكوينه من غضروف ، بتكوين الجزء الأعمق للقلة . وتسمى القصة الجينية الى أن العظم الطبلى عنصر سابق للفك السفلى في الزواحف فقد وظيفته الأصلية وسلب بواسطة الجمجمة ، وان الطبلى الداخلى تركيب جديد . و يلتحم حول الأذن والقلة معا - في الطور اليافع لكثير من الثدييات - ومع القشرى المجاور ، لتكوين عنصر مركب يسمى العظم الصدفى .

ويبقى الوددى القاعدى في المنطقة النخامية لقاع العلبة المخية ، وفي أحيان كثيرة يلتحم مع العظام المجاورة (الوددى الجناحى والوددى الأمامى والوددى الحجاجى) ليكون عنصراً مركباً صغير الحجم ، إلا أنه تركيب معقد يسمى الوددى . وفي أقصى الأمام يتصل قاع العلبة المخية بجزء صغير متخلف من الوددى المصفوى هو الوددى الأمامى الذى يسمى جناحاه الجانبيان بالوددى الحجاجى . وقد يمتد الوددى الأمامى حتى الطرف الأمامى لتجويف المنخ ، في حين تتكون هذه المنطقة في عدد من رتب الثدييات من عنصر جديد للعلبة المخية هو العظم المصفوى المتوسط . وتدخل الألياف العصبية السمية الى تجويف المنخ من المنطقة الأنفية خلال الصفيحة الغربالية الشكل ، التى يكون فيها أحد العظمين المذكورين مؤخراً الطرف الأمامى للعلبة المخية . وقد نلاحظ في المنطقة الأنفية إدراجاً غضروفية أو عظمية هي العظام الدوامية أو الفتولة متكونة من المحفظة الأنفية ومتصلة بالعناصر المحيطة بالنفرة الأنفية .

وتتضمن العظام المذكورة حتى الآن بيانا كاملا للعناصر المتكونة في العلبة المخية الأصلية . أما إذا فحصنا العلبة المخية الحقيقية لحوان ثديى نموذجى (شكل ١٦٩) سنشاهد أنها لا تكون إلا القليل من القاع والجدار الخلفى



شكل ١٦٩

مقطع سهمى وسطى في جمجمة الكلب حيث تشير الخطوط المائلة الى العظام المقطوعة ، ونشاهد ان غالبية العظم المحيط بتجويف المنخ مشتق من عناصر انمية (هـ ، ر ، ق) وحتى جزء من العظم القذالى من اصل جنينى آدمى . (راجع شكل ١٧١) .

الاختصارات : ١ = الوتدى الجناحى ، ٢ = الوتدى القاعدى ، ٣ = الجبى ، ٤ = الفكى ، ٥ = الصفوى المتوسط ، ٦ = الأنفى ، ٧ = القذالى ، ٨ = الجدارى ، ٩ = حول الأذن ، ١٠ = الحنكى ، ١١ = الفكى الامامى ، ١٢ = الوتدى الامامى ، ١٣ = الجناحى ، ١٤ = القشرى ، ١٥ = اليكمى .

لتجويف المنخ (شكل ١٧٠) ، وقد اتسع المنخ في الثدييات الى نسب لا يستطيع معها العلبة المخية ان تستمر في نموها ، ومعظم جدران العظام المحيطة بالمنخ في الحيوان الثديى البافع قد نشأت من مصادر أخرى .

وفي الزواحف الشبيهة بالثدييات البدائية (شكل ١٧١ ، ١) تكون العظام الجدارية والجبية الواقعة فوق المنخ مختزلة جدا في الحجم بسبب كبر الفتحات الصدفية ، الا انها تتكون من جديد في التيرابسيد والثدييات . يارسال ثنيات عميقة الى اسفل تحت العضلات الصدفية لتغطى معظم الاسطح العليا والجانبية للمنخ المتسع (شكل ١٧١ ، ب ، ج) ، وكما هو واضح من الشكل فان هذه الاسطح الجديدة ليست جزءا من البقعة الاسلى للجمجمة ، ولكنها تكوينات جديدة في مستوى اعظم . الا انه حتى مع هذا التكوين سيتبقى هناك فراغ في جدر الجمجمة الجانبية اذا لم يستفاد من وجود احتمال آخر . ويكون فوق الجناحى للزواحف القديمة (وهو جزء



شكل ١٧٠ .

تشرح تخطيطي لجمجمة الكلب في منظر جانبي ، مع ازالة جميع
العظام الادمية لسقف الجمجمة (متضمنة المكونات الادمية للقدالي) ، حيث
يتبقى سلسلة من العظام يمكن مقارنتها بعظام السلسلة الحنكية والملبة
المخية البنية في شكل ١٥١ ، د . وتتضمن العناصر الحنكية الادمية الميكى ،
والحنكى والجناسى ، اما الوتدى الجناسى (فوق الجناسى)
فهو عظم مفروى من عناصر الحنك . وتتضمن عناصر الملبة
المخية الاصلية المصفوى المتوسط ، الوتدى الامامى (والوتدى الحاجبى) ،
والوتدى القاعدى ، وحول الاذن ومعظم العظم القدالي وبين الحد الخارجى
الحافة العليا لتجويف المنح ، كما يظهر اشتراك عظام السقف الادمى .
الاختصارات : ١ = الوتدى الجناسى ، ٢ = الوتدى القاعدى ٣٠ =
الجبهى ، ٤ = المصفوى المتوسط ، ٥ = القدالي ، ٦ = الجدارى ، ٧ =
حول الاذن ، ٨ = الحنكى ، ٩ = خلف الجدارى ، ١٠ = الوتدى
الامامى ، ١١ = الجناسى ، ١٢ = القشرى ، ١٣ = الميكى .

من المفروى الحنكى الربعى اصلا) المنصل بين الحنك والملبة المخية . وفى
تسلسل لدية الشكل ، حيث كان الحنك والملبة المخية ملتحمان ، كانت
وظيفته الاصلية مفقودة . الا انه بقى مع هذا تركيب صفيحي الشكل ،
والتصق فى الثدييات بالملبة المخية ليسد الفراغ المتبقى فى جدرانها الجانبية
فى صورة العظم الوتدى الجناسى .

وخلاصة القول ان المحفظة المخية المتسعة للثدييات ثنى مركب : وان
الملبة المخية الاصلية قادرة على ان تعمل اكثر قليلا من ان تكون قاعها ، وان
العناصر الجلدبة للسقف والوتدى الجناسى المستعار من الحنك - تتجمع
لتكون جدار وسقف هذا التركيب المتبع .



شكل ١٧١

مقاطع عرضية مقطعية للجمجمة والفكين في : ١ - أحد الرواحف النسيجه للتدريبات البنيانية ، ب - -- تعرفح تدري الشكل متقدم ، ج - جوان تدري ، اثنين مظاهر تكون سقف الجمجمة واللبة المخية .

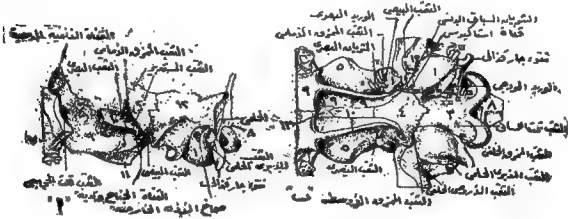
١ - جزء من الجهر الجانبية المحيطة بالبح التسع كان غشائيا في الاصل . ثم أصبحت هذه المساحة الجانبية متعلقة بامتدادات بنية العظام السفلية وإيجاد العظم فوق الجناحي للتركيب المحكي كالعظم الرئدي الجناحي .

٢ - وفي التدريبات يعطي امتداد العظام السفلية الى أسفل حول الخ مطورا وكان سطح الجمجمة الاصلى : بينما يقع السطح الاصلى الخارج من الفتحات العلوية كما هو مبين بالخطوط المنقطه .

٣ - متاسر الفتك العلوى (١ = فوق الجناحي ، ٢ = الجناحي) متفصطة بالتحركه أصلا مع اللبة المخية (٢ = الرئدي القاعدي) ، ويلتحم التركيبان في ب ، ج .

ثقب العلبة المخية في الثدييات : (شكل ١٧٢) : لقد ذكرنا آنفا الفتحاح المختلفة للأعصاب والأوعية الموجودة في العلبة المخية لرباعيات القدم الدنيا . ويمكن استعراض الموقف بالنسبة للثدييات ، فبالرغم من أن كثيرا من الفتحاح كما هي ، إلا أن الأسماء (لسوء الحظ) تتغير ، وبالإضافة فإن اندماج الوددى الجناحي والقلة السمعية يحور طبيعة جدر العلبة المخية .

والبعض من الثقوب والقنوات على سطح الجمجمة لا تدخل العلبة المخية . وفي هذه المجموعة يمكن أن نذكر : الثقوب القاطعة أمام الحنك في بعض الثدييات وهي التي تربط الفم بالعضو الميكى الأنفى (راجع الفصل ١٥) ، والثقب تحت الحجاجى (الذى يتسع أحيانا إلى قناة) الذى يحمل أعصابا وأوعية للأمام من الحجاج إلى البوز ، والقناة الدمعية الأنفية التى تحتوى على قناة الدمع ، والقناة الوددية الجناحية ، التى تخترق العظم الذى يحمل نفس الاسم في بعض التماذج ، وتحمل فرعا من الشريان السباتى الأسمى للأمام حتى الحنك ، وصماخ الأذن الخارجية الذى يؤدى من طلبة



شكل ١٧٢

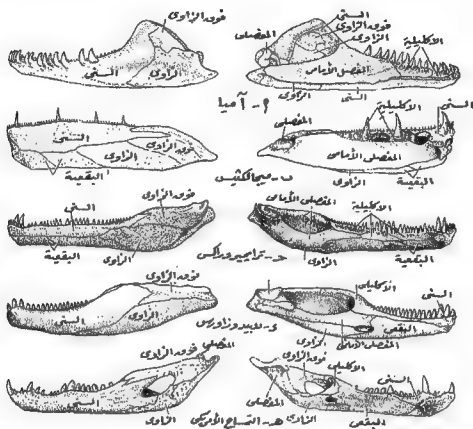
محفوظة العلبة المخية لكلب في ١ - منظر جانبي ، ب - منظر بطني
لتبين الثقوب . ويظهر في ب الأعصاب الرئيسية ، مسار الشريان السباتى
الأنسى وفرعه الحنكى والوريد الودجى .
الاختصارات : ١ = القلة السمعية ، ٢ = الوددى الجانبي ، ٣ =
القذالى القاعدى ، ٤ = الوددى القاعدى ، ٥ = الجبوى ، ٦ = الوجنى ،
٧ = الفكى ، ٨ = العظم القذالى ، ٩ = الحنكى ، ١٠ = الوددى الأمامى ،
١١ = الجناحي ، ١٢ = القشرى ، ١٣ = الميكى .

الأذن الى الخارج ، والفنعة الموجودة في القلة لقناة استاكيوس ، والقناة السباتية التي يجرى خلالها السباتى الانسى للامام تحت القلة .

ومن الفتحات بين السطح واللبة المخية يمكن ذكر : الثقب البصرى في الوتدى الحجاجى للعصب (٢) ، والثقب الممزق الامامى امام الوتدى الجناحى الذى ينقل نموذجيا الأعصاب ٢ ، ٤ ، ٦ وجزء من ٥ ، والثقب المستدير ، والثقب البيضى الذى يخترق عادة العظم الوتدى الجناحى ويحمل فروعا أخرى للعصب ٥ ، وثقب ممزق متوسط خلف الوتدى الجناحى يدخل خلاله الشريان السباتى الانسى الى تجويف المنج ، والثقب الابرى العظمى خلف قلة الاذن الذى يصل بواسطته العصب ٧ الى السطح بعد مرور ملتو خلال العظم حول الاذن والقلة ، والثقب السودجى او الممزق الخلفى بين المحفظة السمية والعظم القذالى الذى تمر خلاله الأعصاب ٩ - ١١ والوريد الودجى الانسى ، والثقب تحت اللسانى (المتضاعف أحيانا) فى مؤخر الجمجمة للعصب ١٢ . وبالإضافة الى ذلك توجد فتحات من تجويف المنج لا تدخل الى السطح ، وهى تتضمن الفتحات المتضاعفة التى تخترق الصفيحة الغربالية للعصب ١ ، وصماخ الاذن الداخلية الذى يترله خلاله العصب ٨ العلية المخية ويدخل محفظة الاذن والذى يبدأ خلاله العصب ٧ مساره للخارج .

الفك السفلى (شكل ١٧٣ ، ١٧٤) : لكي نختم هذا الفصل يمكننا ان ننتقل (بارتياح) الى القصة البسيطة نسبيا لتطور الفك السفلى . وكما ذكرنا ربما يكون هذا قد بدأ تاريخه كجزء من قوس خيشومية تكون الفصروف الفكى فى الاسماك الشبيهة بالقرش ، على انه فى كل الفقاريات ذات الهيكل العظمى بماد تدعيمه ويحل محله فى الوظيفة الى درجة كبيرة مجموعة من العناصر الجلدية . ويتكون الفصروف بالكامل فى الجنين ، الا انه يعطى عادة فى الحيوان البالغ فقط عنصرا عظريا واحدا هو المفصل الذى يقع فى مؤخر الفك ويحمل كما يتضح من الاسم سطحا مفصليا للعظم الربعى للجمجمة .

ومن اهم وأكبر العظام التى تغلف السطح الخارجى ، العظم السنى الذى يحمل صفا من الاسنان الحافية والذى يكون جزءا من (او كبل) الإرتفاق الذى يربط الفكين . وفى كثير من الاسماك البدائية ورباعيات القدم



شکل ۱۷۳

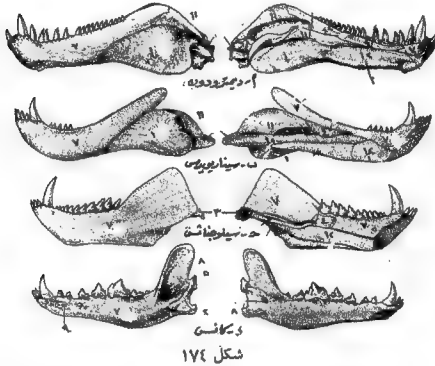
الفكوك السفلية اليسرى ؛ المناظر الخارجية الى اليسار والداخلية الى اليمين . في ١ - سمكة شعاعية الزعانف ؛ الزعنفة القوسية ، ب - فصية الزعانف بدائية ، ج - لابرنثودونت بدائي ، د - أحد الزواحف البدائية ، هـ - تمساح امريكى .

وقد اشتقت فكوك الأسماك العظمية الحديثة ، البرمائيات والزواحف،
التي اختزل فيها عدد العناصر من الأنواع المينة في أ ، ح ، د على التوالي .

المبكرة يوجد تحت وخلف السنى مجموعة كاملة من العظام الجلدية على السطح الخارجى للفك : **هران بقعيان ، زاوى وفوق الزاوى .** وعلى السطح العلوى للفك وأمام المفصلى القصير توجد حفرة تندغم فيها العضلات الرئيسية التى تغلق الفك وتدخل فيها الأوعية الدموية والأصاب التى تمد الفك . وتحت هذه الحفرة ، وعلى السطح الداخلى ، يجرى أصلا للأمام عظم **مفصلى** أمامى طويل ، وتحت السنى يوجد أصلا على الجانب الداخلى للفك مجموعة من ثلاثة عظام **الكليية** رقيقة تحمل أسنانا فى كثير من الأحيان

وبغلف الجزء السفلي من السطح الداخلى لل فك في كثير من الاحيان بامتدادات من عظام السطح الخارجى .

. وتوجد اختلافات عديدة من هذا التركيب البدائى ، وهى كثيرة العدد بحيث لا يمكن حصرها في مجال قصير ، وتتضمن جميعها اختزال في عدد العناصر الموجودة . ويبقى السنى كما هو بدون اختلاف تقريبا ، كما يوجد



شكل ١٧٤

العوك السفلية اليسرى الزواحف شبيهة الثدييات والثدييات ،
توضح اختزال العناصر الفكية . مناظر خارجية (الى اليسار) ، مناظر
داخية (الى اليمين) .

١ - احد الزواحف ثدية الشكل البدائية .

ب - ثيراسيد بدائى .

ج - ثيراسيد متقدم .

د - ثديى نموذجى (كلب) .

الاختصارات : ١ = الزاوى ، ٢ = النتوء الزاوى ، ٣ = المفصلى ،

٤ = الاكلىلى ، ٥ = اللقمة ، ٦ = النتوء الاكلىلى ، ٧ = السنى ، ٨

= الثقب السنى السفلى ، ٩ = الثقب الدقنى ، ١٠ = المفصلى الامامى ،

١١ = فوق الزاوى ، ١٢ = البعنى .

المفصلي بسبب وظيفته في كل المجموعات ما عدا الثدييات (رغم أنه لا يتعظم في بعض الأسماك والبرمائيات المتداعية الهيكل) . ومن جهة أخرى قلما يوجد أكثر من بقى واحد . وتختزل العظام الاكليلية عادة في العدد وقد تنقد ، اما الزاوى وفوق الزاوى والمفصلي الامامى فهى أكثر ثباتا الا انه حتى هذه ربما تكون غائبة أو ملتحمة مع العناصر المجاورة . ويبين شكل ١٧٣ بعض الاختلافات في تركيب الفك في الأسماك ورباعيات القدم الدنيا .

وفي تطور الثدييات (شكل ١٧٤) نجد أن هناك في الثيرابسيديا الحفرية زيادة منتظمة في حجم العظم السنى ونقص مقابل في حجم وقوة العناصر الأخرى . وفي الثيرابسيديا المتقدمة يتكون للعظم السنى الكبير نتوء اكليلي صاعد متصل به معظم عضلات الفك وتمتد للخلف حتى نقطة مجاورة للنقطة التى يلامس فيها المفصلي الجمجمة . اما بقية عناصر الفك فهى تراكيب صغيرة وضعيفة ملتصقة على السطح الداخلى للعظم السنى . ومع الانتقال الى حالة الثدييات تختفى هذه العناصر من الفك الذى أصبح مكونا من العظم السنى فقط . ومع ذلك فان العناصر القديمة لا تنتهك كلية . وكما سيلاحظ فيما بعد فان العظم المفصلي يتخذ ببساطة مهمة جديدة كمظمية اذنية دقيقة (راجع فصل ١٥) ، ويسدو من المحتمل أن العظم الزاوى قد اندمج مع الجمجمة كالعظم الطبلى للقلة السمعية .

الفصل التاسع

الجهاز العضلى

يبدو الجهاز العضلى ، من الناحية الكمية على الأقل ، كبيرا فى أى دراسة. من النوع الراهن ؛ إذ أن النسيج العضلى يشكل من ثلث الى نصف جسم الحيوان الفقارى المتوسط . كما أن للعضلات أيضا أهمية بالغة من الناحية الوظيفية . وتحدث الوظائف الرئيسية فى الجسم من الحركة الى الدورة الدموية بواسطة النشاط العضلى او ترتبط به . والنتيجة الرئيسية لهذا النشاط هى تحريك الجذع او الأطراف او الفكوك او أى عضو أو جزء من عضو ، إلا أن الفعل العضلى قد يبدل بطريقة سلبية فى الإبقاء على سكون الجسم ، كما أن له أهمية ابتدائية فى إنتاج حرارة الجسم . ولنشاط الجهاز العصبى - حتى فى قمة وظيفته فى مخ الإنسان - أسلوب بسيط فى التعبير بخلاف انقباض الألياف العضلية .

انواع الألياف العضلية (شكل ١٧٥) : من الناحية المستولوجية ، يمكن تمييز نوعين رئيسيين من الأنسجة العضلية هما الألياف اللساء والمخططة . وتعتبر الألياف اللساء أبسط وأصغر النوعين . وتشتق عادة من الميزنشيم الجنينى المرتبط بالأنسجة الضامة . والأماكن الرئيسية لوجود الألياف العضلية اللساء هى بطانة القناة الهضمية أو القنوات الجنينية الخارجة منها كالقصبه الهوائية والشعب الرئوية والمثانة . كذلك توجد فى أماكن أخرى مستقلة من القناة الهضمية نذكر منها جدر الأوعية الدموية . والليفة العضلية اللساء النموذجية عبارة من جسم رقيق مغزلى الشكل تبلغ بضعة من اعشار المليمتر فى الطول ، وتوجد لها نواة واحدة مركزية ، كما يظهر البروتوبلازم الذى يبدو متجانسا (باصباغ خاصة) ليفيات دقيقة تجرى بطول الخلية . وكما يتضح من الاسم فإن الياف هذا النوع من العضلات تنقصه الخطوط العرضية التى تشاهد فى الخلايا العضلية المخططة . وقد تكون الألياف العضلية اللساء مبعثرة ، إلا أنها تكون مرتبة بوجه صنام فى شرائط أو حزم تربطها بعضها ببعض الياف نسيج ضام منتشرة بينها لتكون كتلة مشتركة فعالة (راجع مثلا شكل ٢٥٠ ، ٢٥٨) .

ويوجد في القلب نوع خاص من العضلات القلبية لا يوجد في أى مكان آخر . وتنشأ العضلات القلبية جنينياً من أصل مشترك مع العضلات المساء ، إلا أنه نتيجة لوظائفها الهامة ونشاطها الدائم فقد تكونت لها خطوط عرضية تشبه تلك التي تشاهد في الألياف المخططة .

وعلى النقيض من ذلك أن العضلات القلبية لا تتكون من ألياف فردية ولكنها شبكة متصلة من شرائط مقسمة ومتحدة تقع فيها على مسافات

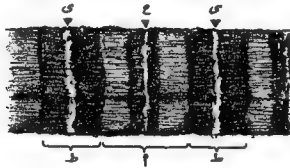


شكل ١٧٥

الأنواع الرئيسية للألياف العضلية ١ عن هنتز وهنتز - كولج
زوليجي ١

خطوط عرضية واضحة تسمى الاقراص البينية ، وهي تفصل بين الوحدات الخلوية المتناوبة .

وتكون الالياف العضلية المخططة « لحم » الجسم او العضلات الارادية التي تشتق لدرجة كبيرة من القطع العضلية للجنين ، وتتصل بوجه عام بالتراكيب الهيكلية وتحركها . وهذه الالياف عبارة عن خلايا كبيرة متعددة النويات يتراوح طولها من المليمتر الى عدد من السنتيمترات . وكما في العضلات المساء تحتوى الليفة على عدد كبير من ليفيات طويلة متلامسة . ويرجع المظهر المخطط الى حقيقة ان الليفيات تتكون من اجزاء مضئنة واخرى مظلمة متبادلة توجد على نفس النقطة في كل ليفة وتحدث التغيرات في التخطيط بين مرحلتى الانسباط والانقباض لليفة . ويبين شكل ١٧٦ التخطيط بتفصيل اكثر . ومن المعتد المألوف ان التخطيط يرجع الى التبادل بين نوعين من الليفيات في الليفة ، يتكونان من بروتيني الميوسين والاكيتين ، لا يمتد اى منهما بطول عقلة من التخطيط ، والانقباض عبارة عن انزلاق أحدهما على الآخر فيختزل بذلك الطول الكلى لكل عقلة . وترتب الالياف



شكل ١٧٦

ترتيب الحزم في ليفة عضلية مخططة . توجد حزم مضئنة وحزم مظلمة متبادلة (١ . ط) يتميز في كل منها ترقيط اضافي وخاصة شريط عرضي ح في الحزمة ١ ، شريط ي في الحزمة ط . (والليفة الموضحة هنا كما تشاهد تحت الفوه المستقطب ، اما بالاضاءة العادية فان الحزمة ! تكون مظلمة والحزمة ط مضئنة)
(عن اجيتون ، عن سزنت - جيورجر)

المحططة بطريقة متوازنة لتكون العضلات . وتجرى النسخة صامة بين الألياف لتربطها ببعضها البعض وتكون أغلفة لحزم الألياف ، وبالإضافة تكون غلافا خارجيا للعضلة ككل .

وتبذل قوة العضلة خلال انقباض الألياف ويحدث ذلك بالتالى نتيجة على اللييفات المحتواة . والانقباض فى العضلة المساء بسيط وبطيء نسبيا الا أنه قد يستمر طويلا ، أما العضلة المخططة فيمكن تنبيهها بسرعة . وهى تنقبض بمنف الا انها تنهك بسرعة اكثر . ويتطلب انقباض العضلات اطلاق طاقة كبيرة وبسرعة وعلى المدى الطويل يمكن امداد هذه الطاقة باستهلاك الكربوهيدرات الموجودة على هيئة نشا حيوانى فى الألياف . الا أنه يبدو من المستحيل اكسدة النشا الحيوانى بسرعة كافية ، فتتكون عمليات كيميائية خاصة . وللألياف العضلية أهمية خاصة لوجود كميات وفيرة من تريفوسفات الادينوزين . تبدو من قدرته ، خلال فقد جزء من فوسفاتها . على اطلاق الطاقة بسرعة وبوفرة ، على أنه لاستمرار العمل لا بد من اعادة بناء اعورسات وامداد الطاقة للعملية ، ويحدث هذا بالأكسدة العادية للنشا الحيوانى . واذا كان نشاط الليفة كبير ، جدا ويستجيرا دائما فإنه لا يمكن الإنزاع الكافى بالنشا الحيوانى وتنهك العضلة .

وقد تنقبض العضلة ككل انقباضا بسيطا أو قويا . لفترة قصيرة او لمدة طويلة ، وتختلف النتيجة تبعاً لعدد الألياف المنبهة بواسطة الانصباب وتبعاً لسرعة المنبهات . الا أن الألياف الفردية تعمل على أساس الكل او لا شيء (فتنقبض كل ليفة انقباضاً كاملاً بقدر استطاعتها او لا تنقبض على الإطلاق . وتستغرق الانقباض الجاد لليفة المخططة والانقباض الأكثر تدريجياً الذى ينتجه معاً ما لا يزيد على $1/10$ ثانية أو ما يقرب من ذلك . ومع ذلك فان انقباض العضلات عادة لا يرجع الى منه واحد وانما يرجع الى نوبة مستمرة من المؤثرات العصبية . ويزيد المنبه الثانى الذى يعطى قبل زوال تأثير المنبه الاول) من الانقباض كما يستمر فى زيادته المنبه الثالث ، وتؤدى سلسلة طويلة من المؤثرات بالعضلة الى الحد الأقصى من الانقباض أو التوتر (تيتاتوس) .

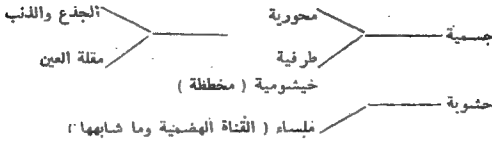
تقسيم الأنسجة العضلية : كيف يمكن تقسيم الأنسجة العضلية المخططة للجسم ؟ ان احد هذه المقترحات الواضحة هو ان تقوم بذلك على أساس التركيب المستولوجى ، مع اعتبار ان العضلات المخططة والمساء ومن بينها القلبية ، تكون القسمين الرئيسيين ، ويبدو هذا منطقيا لأول وهلة . فالأنسجة

الى الاختلافات بين انواع الالياف ، نجد ان العضلات المخططة عادة تقع تحت سيطرة الإرادة الطوعية ، في حين تقع العضلات للمساء تحت تأثير اعصاب لا ارادية . وتتكون العضلات المخططة في الانبوبة الخارجية من الجسم ، اما للمساء فانها ترتبط بالقناة الهضمية ، وكذلك نجد ان معظم العضلات المخططة ناشىء من القطع العضلية بينما تنشأ العضلات للمساء من الميزنشيم .

وهناك مجموعة ظاهرة من العضلات شاذة في كثير من الوجوه وتدمر البساطة الواضحة لهذا التقسيم ، وهى الجهاز الخيشومي من العضلات اللبى يتصل بدائيا بالحواجز الخيشومية ويظهر في منطقة الرأس والعنق في جميع الفقاريات . وهذه العضلات مخططة وتحت الإرادة الطوعية . الا انها لا تنشأ من القطع العضلية بل تنشأ من ميزنشيم الملف الحشوى شأنها في ذلك شان العضلات للمساء ، كما انها ترتبط بالقناة الهضمية مثل العضلات للمساء النموذجية ، وتفدى هذه العضلات (كما سنعرف في الفصل السادس عشر) باعصاب اكثر شبها بتلك التى تمتد العضلات للمساء من الاعصاب التى تجرى للعضلات المخططة النموذجية .

كل هذا يوحى بصورة عامة عن الفقاريات البدائية بأنها كان لها مجموعتان منفصلتان من العضلات . تكون المجموعة الاولى منها ، والتى يمكننا تسميتها العضلات الجسمية عضلات « الانبوبة الخارجية » للجسم ، وهى مخططة عموما وتتكون بصورة نموذجية من القطع العضلية وتفدى بنوع جسمى من الخلايا المصبية المحركة (الفصل ١٦) وترتبط وظيفتها بتقويم الكائن لبيئته الخارجية . وينتمى لهذه المجموعة ، العضلات النموذجية للجلد والدنب والاطراف (ومحتمل أيضا عضلات مقلة العين) . اما المجموعة الثانية فهى العضلات الحشوية وتتصل اساسا بالقناة الهضمية ، ولا تنشأ من القطع العضلية وانما من الميزنشيم ، وتفدى باعصاب حشوية محركة ، ويرتبط عملها اساسا بالهضم ووظائف اخرى تتصل بالتدبير الداخلى للحيوان . وفي هذه المجموعة الثانية نجد ان العضلات في الجزء الخلفى من القناة الهضمية تبقى على التركيب البسيط للالياف العضلية للمساء . اما في الرأس ومنطقة البلعوم فقد ادت وظيفتها الفداء والتنفس الى ضرورة تكوين النوع المخطط من العضلات الذى يعمل بقوة اكثر .

وعلى ذلك يبدو انه بالرغم من الخطأ في توحيد كل العضلات للمساء وبعض العضلات المخططة في مجموعة واحدة رئيسية فان التقسيم الطبيعى للعضلات يكون كما يلى :



والعضلات الملساء ، بوجه عام ، هي اجزاء مكونة لأعضاء مختلفة ولا تحتاج الى اعتبارها بصورة منفصلة هنا . وسنناقش في هذا الفصل نعت العضلات المكونة من النوع المخطط وهي المجموعات المختلفة من العضلات الجسمية والعضلات الخيشومية للجهاز الحشوي .

الاصطلاحات الخاصة بالعضلات : كما في الاجهزة العضوية الاخرى ، تعطى العضلات ، بقدر المستطاع ، أسماء مستخدمة في تشريح الانسان ، إلا اننا نشك في احيان كثيرة بالنسبة لنظائر عضلات الانسان في الفقاريات الدنيا . والطريق الأسلم الآخر في حالة الشك هو ان نعطى العضلات في الفقاريات الدنيا أسماء تصف ببساطة موضعها العام أو اماكن اتصالها . وعلى ذلك مثلا فان العضلة التي تجرى في الزواحف من الحرقفة الى الفخذ متماثلة مع جزء من (أو كل) العضلات الردفية التي تقع الى حد ما في نفس المكان في حيوان ثديي ، إلا انه ما دام هناك شك فيمكن تحاشي المشكلة اذا سمينا عضلة الزواحف ببساطة « الحرقفية الفخذية » .

وهناك اصطلاحات مختلفة كثيرا ما تستخدم في وصف العضلات ، وخاصة عضلات الأطراف طبقا لنوع العمل الذي تقوم به ؛ فالعضلة الباسطة هي التي تقوم بفتح المفصل والقباضة هي التي تقفله . والمقربة تجذب مقلة الجسم للداخل والباعدة تؤدي العكس ، والرافعة ترفع تركيبا ما بعكس الخافضة ، والعضلة الكابسة أو الباطحة تدير الجزء البعيد من الطرف الى موضع منحدر أو منبسط من القدم (أي براحة اليد أو أخمص القدم الى أسفل أو العكس) . وتحيط العضلات العاصرة أو القباضة بفتحات (كالخياشيم أو المرق) وتميل الى قفلها عند انقباضها .

وتتصل العضلات عادة بعناصر هيكلية عند طرفيها ، وأكثر هذه الاتصالات ثباتا هي منطقة المنشأ، أما الأخرى فهي منطقة الإدخال أو الاندغام، وفي عضلات الأطراف يعتبر الطرف القريب دائما نقطة المنشأ . وتسمى العضلة عديدة الرؤوس بذات الراسين أو ثلاثية الرؤوس وهكذا . وتنشأ

العضلات غالباً مباشرة من سطح عريض من العظم أو الغضروف . وفي هذه الحالة نقول أنها لحمية الأصل ، وفي أحيان كثيرة تنتهي العضلة عند أحد أو كلا طرفيها بوتر أو بصفيحة مفلطحة من النسيج الضام هو العنق أو اللغافة .

تماثل العضلات : ان الدراسة المقارنة للعضلات صعبة لاختلاف العضلات والسهولة الظاهرة التي تتغير بها علاقاتها ووظائفها . فالعضلة التي تكون وحدة في حيوان ما قد تنشق الى اثنتين أو أكثر في حيوان آخر . كما ان هناك حالات تلتحم فيها العضلات الواضحة الأصل ثانوياً . ويعتبر الأصل الجنيني هنا (كما هو دائماً) ظاهرة هامة في تحديد التماثل . وفي حالات كثيرة يمكن ، على الأقل ، تتبع مجموعات من العضلات الفردية في الحيوان اليافع الى نشأتها المبكرة في الجنين كتجمعات كبيرة من نسيج عضلي أو نسيج سابق لنسيج عضلي (راجع شكل ١٨٣ ب) وتمطى طريقة تفريق هذه الكتل الأم دليلاً قيماً على التماثل .

ويعطى الإمداد العصبي المحرك للعضلات أدلة قيمة . كان المعتقد لمدة طويلة لكثير من المشتغلين ان هناك رابطة في تاريخ الجنس لا تتغير بين عصب معين وعضلة معينة . الا ان علم الأجنة لا يعطى أى دليل على ان هناك أية علاقة غامضة بين الياف عصبية خاصة والالياف العظمية الخاصة التي تكون عضلة معينة ، ويبدو في بعض الأحيان القليلة من المؤكد ان الإمداد العصبي لعضلة يختلف اختلافاً واضحاً في الحيوانات المختلفة . على ان الخبرة الحقيقية تدل على ان الإمداد العصبي لكتلة معينة من العضلات يميل الى ان يبقى ثابتاً ، وان هذا الإمداد يقدم دليلاً هاماً على تشابه العضلة .

العضلات المحورية

عضلات الجذع في الأسماك : تكون العضلات المحورية الجزء الرئيسي من القسم الجسمي للعضلات في الأسماك . والجزء الأكبر منها مرتب في كتل عقلية على امتداد الجانبين (شكل ١٧٧ - ١٧٨ ب ١) ، وهي تكون العضو الحركي الرئيسي للسمة . ويلقى جسم السمكة موجات دعسية بواسطة انقباضات متبادلة منتظمة لعضلات الجانبين (راجع شكل ١٢٠ .

والعضلات المحورية . في الأسماك : تنشأ مباشرة من القطع العضلية كما يمكن مشاهدتها مثلا في جنين القرش (شكل ١٧٩) . ويبقى الترتيب المثلثي الى حد كبير في الطور السافع ، وتكون معظم عضلات الجذع مربعة في قطع عضلية تتمشى في العدد مع الفقرات وتتبادل معها . وتتجه الألياف العضلية في كل مقلة من الأمام للخلف ، ويتصل قليل من الألياف مباشرة بجزء هيكلي : الا انها تندغم في صفائح سمكية من النسيج الضام هي الفواصل العضلية (شكل ١٨٤) التي تقع بين القطع العضلية المتتالية وتندد للداخل لتتصل بالعمود الفقري ، وتكون الأضلاع (والعظام



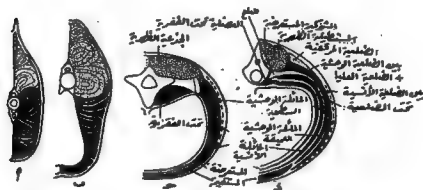
شكل ١٧٧

تسريح للسلمون بين العضلات المحورية . وقد أزيلت مجموعة من القطع العضلية في أربعة مواضع لبيان البنى الداخلى المعقد لهذه التراكيب العظمية . وفي داخل الجسم يبرز كل حرف V للأمام أو الخلف أكثر منه على السطح . ويظهر الحاجز الجانبي حيث يقطع حرف V الرئيسي المتجه الى الأمام . (عن جرير) .

بين العضلية الانسانية للأسماك العظمية) في الفواصل العضلية . وتبدأ القطع العضلية في الجنين على شكل حزم عمودية بسيطة . الا انها في الطور اليافع تنشئ بطريقة متعرجة يبدو انها تقوى الكفاية العضلية . وتتكون كل ثنية في السمين من حرف V تتجه قمته للأمام على امتداد الجانب . وهناك تعقيد أكبر في معظم الأسماك لتعطي شكل V بطرفها الأعلى متجها للأمام ، وتحت السطح تجرى كل قطعة عضلية لمسافة ما الى الأمام والخلف لتغطي جارتها من أعلى وأسفل (شكل ١٧٧) .

ويتكون في الأسماك - الأعلى مستوى من دائرية القم - حاجز أفقي من النسيج الضام يجري للأمام والخلف تحت الطرف المتجه للأمام لحرف V ، وتمتد الإنسلاخ للظهرية عند تقاطع هذا الحاجز مع الفواصل العضلية .

المتتابعة (شكل ٢ د : وشكل ١١٤) . وقد تنقسم العضلات المحورية في الفكيات الى مجموعتين رئيسيتين : العضلات فوق المحورية وتقع فوق الحاجز وفوق (أو الخارج من) الأضلاع الظهرية ، والعضلات تحت المحورية تحت الحاجز (شكل ١٧٨) . وإلى جانب الكتلة الرئيسية من العضلات المحورية للسكة قد تكون عضلات أصغر على اتصال بالزئانف الوسطية . وبالإضافة إلى ذلك قد توجد تخصصات منطقية تكون أكثر رقا في الفقاريات البرية في اللدب ، وبصفة خاصة من منطقة الحزام الكتفى للأمام . وفيما يلي سنتتبع أولا مجموعات عضلات الجذع فوق المحورية وتحت المحورية من الأسماك علوا إلى رباعيات القدم ، ثم نعود بعد ذلك لنتفهم قصة النقطتين الأمامية والخلفية الأكثر تخصصا .



شكل ١٧٨

مقاطع تخطيطية تبين أجزاء العضلات الجلدية في ١ - ذيل القرش ،
ب - جذع القرش ، ج - برمائي ذلي ، د - سحليه .

المضلات فوق المحورية منقطة ، والمضلات تحت المحورية سوداء .
 ق د ، من الفروض وجود خلخ في الجهة الظهرية وبؤشرا على الإجزاء
 المجاورة من المضلات تحت المحورية كما في المنطقة حاملة الأشعاع ، وإلى
 الناحية البطنية أكثر فإن الأسماء هي نفس أسماء المضلات البطنية المقابلة .
 (أساسا من تسمي

عضلات الجذع فوق المحورية : لقد مرت العضلات في تاريخ جنسها بأحداث كثيرة . فهي في الأسماك (شكلى ١٧٧ ، ١٧٨ ، ب) عامة عبارة عن عود متشكل من عضلات مقسمة تبين دلالات قليلة على التجزؤ ،

عضلات الجذع تحت المحورية : تكون العضلات تحت المحورية للجذع جوهريا ، في الأسماك ، وحد' ممتدة الى أسفل من الحاجز الأثني على الجانبين حول جدار الجسم (شكل ١٧٨ ب) . ويحتزل سمك هذا الجدار (وبالتالي سمك العضلات تحت المحورية) أكثر في الفقاريات البرية ، إلا أن هذه العضلات معقدة التركيب (شكل ١٧٨ ج ، د ، ١٨٠ و ١٨١) . ويمكننا أن نميز ثلاثة تحت أقسام رئيسية :

- ١ - العضلات تحت الفقرية في الجهة الظهرية والوسطية .
- ٢ - مجموعة جانبية من صفائح عضلية على امتداد الجانبين .
- ٣ - مجموعة مستقيمة في الجهة البطنية .

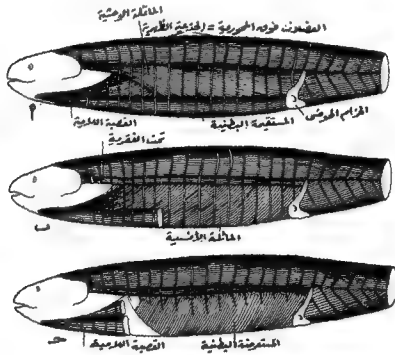
والعضلات تحت الفقرية عامة صغيرة في الحجم وليست لها وظيفة هامة حيث تعمل مجرد فعل معاكس للعضلات الظهرية في الحركات الظهرية البطنية للعمود الشوكي .

أما العضلات الجانبية ، الممتدة على المنطقة من النتوءات المستعرضة الى أسفل حتى الجهة البطنية ، مسوكة بالجهاز المستقيم فهي معقدة ومختلفة .. وهناك ثلاث صفائح رئيسية منبسطة من العضلات المرتبة مقلية (قد تنجز كل منها في مناطق ومساحات مختلفة) ، وفي الدبليات ، حيث تكون الأضلاع غائبة ، فإن الطبقات الثلاث تكون : **عضلة مائلة** وحشية تجرى اليافها جوهريا من الأمام للخلف إلا أنها تنحرف قليلا الى أعلى في الناحية الأمامية ، و**عضلة مائلة أنسية** تنحرف اليافها على العكس الى أعلى في الجزء الخلفي ، وأعمق الثلاثة توجد **العضلة المستعرضة** التي تجرى اليافها على النقيض من الياف العضلات المائلة في اتجاه ظهري بطني . وقد توجد في الرهليات مجموعة مشابهة من الصفائح العضلية البسيطة في المنطقة القطنية حيث تكون الأضلاع قصيرة أو غائبة . وتبقى العضلة المستعرضة عادة للأمام أكثر ، إلا أن وجود الأضلاع يقطع الطبقتين الخارجيتين الى مجموعتين مدهشتين من العضلات الصغيرة هي بين الضلعية ، الضلعية العليا ، تحت الضلعية وهلم جرا (شكل ١٨١) ، ومحاولة وصفها بالتفصيل سيكون مرهقا للمؤلف والطالب معا .

وتجرى العضلة المستقيمة البطنية بدائيا على امتداد البطن من منطقة الكتف حتى الحوض كما تفعل حاليا في الدبليات . وقد تكون العضلة

المستقيمة متصلة الى حد ما مع المخلات المائلة عند حافاتها الجانبية وخاصة المائلة الانسية . وفي رباطات القدم حيث توجد لها مجموعة راقية التكوين من العضلات القصية تكون المستقيمة قصيرة ، اما في الثدييات فيقتصر وجودها على البطن .

وتتميز الثدييات بتكوين الحجاب الحاجز وهو الحاجز الذي يفصل التجويفين الصدري والبطني وله أهمية في التنفس (راجع ص ٢٤٠) . وينحرك الحجاب الحاجز بواسطة مجموعة من الصفائح العضلية الرقبية التي تتجمع من حدوده الخارجية في اتجاه مركزه ، ويبدو أن هذه العضلات مشتقات خاصة من العضلات المستقيمة في منطقة الصدر .



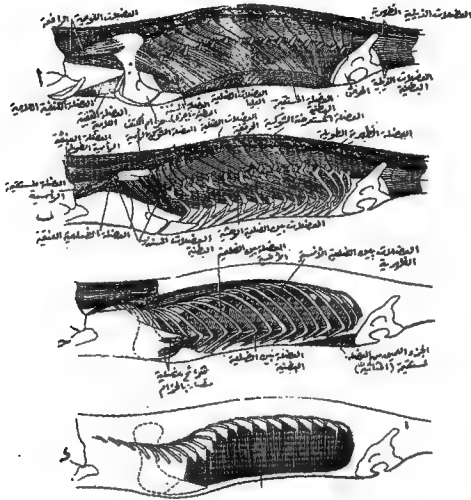
شكل ١٨٠

مناظر جانبية العضلات المحورية لبرمائى ذلى .
 أ - منظر سطحي (بعد ازالة صفيحة سطحية رقيقة من المائلة الوحشية) .

ب - بعد قطع المائلة الوحشية والمستقيمة البطنية لتوضيح العضلة الانسية والعضلة تحت الفقيرة .

ج - بعد ازالة المائلة الانسية لتوضيح المستقيمة البطنية .

(محو عن موور)



شكل ١٨١

مجموعة من التشریحات التخطيطية للسفینودن تبين تشريح العضلات المحورية وقد أزيلت صفيحة سطحية رقيقة من العضلة المائلة الوحشية في « أ » ، كما أزيلت العضلات الضلعية العليا والمستقيمة وعضلات الحلق والعضلات السطحية بالنسبة لعظم اللوح في « ب » ، وفي « ج » قطعت العضلات فوق المحورية في الجزء الخلفي وظهرت العضلات بين الضلعية الأنسية والمثلثية (غير مبينة في الشكل السابق) . وفي « د » قطعت الأضلاع وأزيلت جميع العضلات الأخرى لتوضيح العضلة المستعرضة .

(من مودد وفيرنجر)

المضلات الجذعية للكتف ومنطقة الرأس : كما يمكن أن يكون متوقفاً فان الامتداد الامامى للمضلات الجلدية يتوقف للدرجة كبيرة في منطقة الحزام الكتفى ، وتؤدى التراكيب الخاصة في منطقة الخياشيم او المنق الى حالات شاذة في الاجزاء الامامية للمضلات المحورية .

وتجرى المضلات الظهرية فوق المحورية الى الامام مع اعتراض قليل نسبيا عبر الكتف لتنتهى عند المنطقة القذالية للجمجمة ، وقد تكون شرائع خاصة لتدعيم الرأس . وبالإضافة الى ذلك تجرى عناصر رقيقة من الجهاز تحت الفقرى ظهريا للامام ولكنها تحت الفقرات .

وتنتهى المضلات الجانبية - المائلة والمستعرضة - او بدلاها بين الضلعية في الامام عند منطقة الكتف . الا انه تتكون من المجموعة المائلة مجموعة خاصة جدا من المضلات تدمج حزام الكتف في الفقرات البرية . وعلى العكس تماما من الحالة الموجودة في حوض رباعيات القدم ، حيث الأحزمة قوية الالتصاق مع المجموعة الظهرية ، فان حزام الكتف ليس له ارتباط مباشر بالموود بالفقرى . وبدلا من ذلك فان الجسم معلق بين عظمى اللوح في علاقات مرنة مكونة من عناصر عضلية جانبية خاصة هي المضلات اللوحية المستنة والرافعة . وتجرى هذه على الجانبين من قبة العظم اللوحى الى اسفل بطريقة مبروحية الشكل لتتصل الاضلاع الامامية او النوات المستعرضة (شكل ١٨١ ، ١٨٤ ، ب) . ويستريح الجسم من كثير من هزات ووجات الحركة عن طريق هذا النوع المرن من الاتصال (مثل استخدام الزنبرك في تصميم السيارات) . وتوجد في الثدييات - بالإضافة الى ذلك - عضلة معينة ذات وضع ظهري اكثر ، تميل الى حفظ الطرف العلوى لعظم اللوح في مكانه بسحبها في اتجاه الخط الوسطى .

وعلى الرغم من ان المضلات الجانبية تتوقف عند منطقة الكتف فان المضلات البطنية التى تكون جزءا من الجهاز المستقيم تمتد من منطقة الكتف للامام تحت الحلق، وتعرف هذه المضلات في مجموعها - في الاسماك - بالمضلات تحت الخيشومية او القوسية الفراية ، حيث ان عناصر هذه المجموعة تنشأ نموذجيا من المنطقة الفراية للحزام وتتصل بالطرف البطنى لخراج القوس الخيشومية . ويبقى شرائع مختلفة من هذه المضلات في وبايات القدم كالقصبة الامامية والكتفية الامامية وهلم جرا (شكل ١٨٠ ، ١٨١ ، ١٨٤) . وهناك تكوين ملحوظ مرتبط بتحقيقه ان لسان الفقاريات.

البرية يتكون في قاع الفم من منطقة قواعد الاقواس الخيشومية . وفي أثناء امتداده يحمل معه كتلة من الألياف العضلية تحت الخيشومية الموجودة في هذه المنطقة ، وهذه الكتلة العضلية تكون لحم اللسان (شكل ٢٠٩) .

وليس التكوين الجنيني والامداد العصبى للمضلات تحت الخيشومية غير ذات اهمية . فهي كالمضلات المحورية تنشأ من القطع العضلية ، الا ان تكوين الفتحات الخيشومية يفصل منطقة الحلق عن الاتصال المباشر ظهريا بالقطع العضلية الخاصة بالمنطقة القذالية ومنطقة العنق التى تتوقع انها تتكون منها . وتشاهد في بعض الاجنة شرائح من هذه القطع العضلية في عملية هجرة دائرية للوراء فوق الخياشيم واسفل خلف الفرفة الخيشومية ثم للأمام في الحلق لتكون المضلات تحت الخيشومية (ومضلات اللسان) (شكل ١٧٩ ، ص ٣٠٤) . وقد لاحظنا سابقا ان هناك اتجاها لوجود امداد عصبى ثابت لكتلة معينة من المضلات ، حتى اذا هاجرت من موضعها الاصلى . وتمشيا مع هذه الحقيقة نجد ان المضلات تحت الخيشومية في الأسماك تمدها اعصاب من المنطقة القذالية للجمجمة والجزء الامامى من المنطقة العنقية تتبع نفس مسار الهجرة الذى سلكه النسيج العضلى حول مؤخرة الفرفة الخيشومية وللأمام على امتداد الحلق . وتكون اعصاب مماثلة في الرهليات العصب تحت اللساني والصفرة العنقية ، وتسلك هذه الاعصاب في الجنين مسارها في السلف للوراء والى اسفل خلف الجيوب الخيشومية الجنينية ، وحتى في الطور اليافع فانها تسلك طريقا دائريا الى الحلق واللسان (راجع الفصل ١٦) .

المضلات الذيلية : تمتد المضلات المحورية في الأسماك ، بقليل من التوقف عبر المنطقة المذرقية او الشرجية حتى الذنب . وتعتبر المضلات فوق المحورية هنا ببساطة استمرارا لمضلات الجلد . اما في الجهة البطنية ففي غياب تجويف الجسم وما يحتويه من الاحشاء تتحول المضلات المحورية من مجموعة من التراكيب صفيحية الشكل الى زوج مابين من الحزم البطنية يشبه المضلات فوق المحورية التى تملوه (شكل ١٧٨ ، ١ ، ص ٣٠٣) .

ويتمجه التكوين الاكبر للأحزمة الحوضية ومضلات الاطراف الناشئة منها في رباعيات القدم الى تحطيم استمرار المضلات المحورية بين الجلد والذنب . وقد تشوش المضلات فوق المحورية قليلا ، الا ان توقف العناصر تحت المحورية عند الحزام يكون كاملا أو قريبا من ذلك . اما الذنب فيبينما

لا تكون له نفس الأهمية كما في الأسماك فإنه يبقى غليظا وعضليا في الدليليات وكثير من الزواحف ، إلا أن جزءا من حجمه في الجهة البطنية يتكون من عضلات (الفخذية الديلية التي سيأتى وصفها فيما بعد) تجرى للخارج في الجزء الأمامى حتى الفخذ ، ومن ثم فهى عضلات طرفية أكثر منها عضلات ذيلية حقيقية . ولسنا بحاجة إلى القول بأن العضلات الديلية مختزلة في نماذج مثل اللاذليات والطيور والثدييات والسلاحف حيث تكون أهمية الذنب كله مختزلة . وينمو عادة من عضلات الذنب البطنية خلف الحزام مباشرة في الفقاريات البرية عضلة عاصرة أو قابضة تقفل فتحة المرقق أو المخرج .



شكل ١٨٢

عضلات العين . منظر جانبي بعد إزالة مقلة العين (الحدود الخارجية) ،
الاشكال البضاوية هى اتصالات العضلات ، أعصاب عضلات العين الثلاثة
مبينة (٣ ، ٤ ، ٥) (عن جودرتش)

عضلات العين : تكون العضلات التى تحرك مقلة العين نقطة مركزية للعضلات المحورية ممتدة للأمام . وتعرض مجموعة القطع العضلية المؤسسة لطول الجذع في الأمام ، فيما عدا في دائرية الفم ، بواسطة العلبة المخية الممتدة في منطقة الأذن ، وللأمام أكثر ، تبقى قطع صغيرة ، عددها ثلاث عادة ، في كل طائفة فقارية في منطقة حجاج العين (شكل ١٧٩) ، وهى تلمب دورا صغيرا في تكوين الأنسجة الهيكلية أو الضامة إلا أن عضلات مقلة العين تتكون منها ، ويتصل بهذه القطع الثلاث وينفذ العضلات التى تكونها ثلاثة أعصاب مخية صغيرة هى الثالث والرابع والسادس من المجموعة المرقمة (الفصل ١٦) .

ويتكون في أغلب الفقاريات ست عضلات نموذجية شريطية الشكل من هذه القطع (شكل ١٨٢) . وتنشأ في الطور اليافع من سطح العلبة المخية

وتتمروح للخارج لتتصل بمقلة العين ، وفي ترتيبات مختلفة يسبب جذبها دوران العين في اى اتجاه مطلوب . وينشأ أربع منها وهى **العضلات المستقيمة** في الخلف الى جوار ساق العين أو العصب البصرى ، في حين تتبع الاثنان الاخرين وهما **العضلتان المائلتان** من الجزء الامامى لحجاج العين . وتمتد أربع من العضلات الست عصبيا بواسطة العصب الثالث ، والمائلة العليا بالعصب الرابع والمستقيمة الخلفية بالعصب السادس . وكما يؤدي هذا بنا الى الاستنتاج فاننا نجد أن في الجنين اربعا من هذه العضلات تنشأ عادة من القطعة الاولى من قطع العين الثلاث وواحدة من كل من القطعتين الآخرين .

وبالاضافة الى العضلات الست العادية قد توجد عضلات اضافية . وفي غالبية رباعيات القدم (باستثناء الطيور والرئيسيات) توجد عضلة بصيلية قابضة تميل الى سحب مقلة العين في حجاجها بعمق أكثر ، وفي معظم الرهليات توجد عضلة رافعة جفنية عليا ترفع الجفن العلوى وشرائح مختلفة تحرك الغشاء الرامش للعين .

عضلات الأطراف

تشتق عضلات الأطراف الزوجية ، تاريخيا ، من القطع العضلية العامة للجلد ومن ثم فهي جزء من الجهاز الجسمى . الا أن عضلات الأطراف واضحة في موضعها وطبيعتها ، كما انها هامة في الفقاريات العليا للبرجعة تتطلب معها دراسة خاصة . في رباعيات القدم تضمخّل العضلات المحورية في الحجم ، على حين تنمو الأطراف وعضلاتها في أغلب الأحيان الى حجم كبير نسبيا . ولاستخدام مثال بسيط فان السمك - كنفداء - عبارة عن عضلات محورية ، في حين ان اللحم في العجل او الخمل او الخنزير عبارة عن عضلات خالصة مع قليل متبق من أصل محورى . وحتى شريحة اللحم التى يتصل بها عظم يلد على طبيعتها المحورية تتكون اساسا من عضلة طرف تنشأ من الجذع وجزئيات صغيرة فقط على العظمة هى المحورية في الحقيقة .

وكمشتقات للجهاز الجسمى لا بد لعضلات الأطراف - نظريا على الأقل - أن تنشأ في الجنين من قطع عضلية . وفي بعض الفقاريات الدنيا - وبالتحديد في القرش - يبدو هذا المنشأ واضحا (شكل ١٧٩) ، وتكون عضلات الزعانف الزوجية مشتقة من براعم ممتدة من رءوس مجموعة من القطع "العضلية" ، اما في رباعيات القدم فلم يتضح مثل هذا المنشأ . وتنشأ

عضلات الأطراف من كتل ميزنشمية مكتنزة ، الا انه من المحتمل ان يكون هذا الميزنشم مشتقا اساسا من القطع العضلية .

والعضلات بسيطة البناء في زعانف الاسماك (شكل ١٨٣ ، ب ١) . ويمكن مشاهدة كتلتين صئيرتين متقابلتين من العضلات بوجه عام ، كتلة ظهرية تساعد في رفع او اطالة الزعنفة واخرى بطنية تخفضها او تقربها . وبالإضافة الى ذلك قد تتكون شرائح صغيرة من كل من المجموعتين تعطى حركة دائرية . او اى حركات زعنفية اخرى خاصة .

الاطراف في رباعية القدم : يقابلنا موقف مختلف في المقاريات البرية حيث ان عضلات الاطراف ليست فقط اكثر ضخامة ، انما اكثر تعقيدا . الا ان طريقة التكوين تعطى مفتاحا لتقسيم طبيعي للعضلات الموجودة . وفي النشوء المبكر ، ويكون الطرف في رباعية القدم ما زال برعما قصيرا من الجسم ، تتكون كتلة من نسيج سابق للنسيج العضلى (شكل ١٨٣ ، ا) على كل من السطحين العلوى والسفلى للهيكل التكون ، ومن الواضح ان هاتين الكتلتين المتقابلتين يمكن مقارنتهما بالكتلتين العضليتين الظهرية والبطنية لزعنفة السمكة . ومن هاتين الكتلتين تنشأ جميع العضلات المقدمة للطرف اليافع . ونتيجة لذلك فان هذه العضلات يمكن تصنيفها الى مجموعتين رئيسيتين : ظهرية وبطنية ، او (على وجه التقريب) باسطة ومقربة ، وتكون الفروق واضحة بين اعضاء المجموعتين بوجه عام في الجزء البعيد من الطرف ، وفي المناطق القريبة للكتف والردف فان التحورات المختلفة تجعل تصنيف هذ المجموعات صعبا اذا لم يكن منشؤها الجنينى معروفا .

ولكى نصف ونقارن بالتفصيل العضلات المختلفة في كل مجموعات رباعية القدم فان هذا سيتطلب جزءا كبيرا في حد ذاته وهو امر مضى ومتعب . وسيتقصر الحديث هنا على تصوير ووصف المظاهر الرئيسية لعضلات غطاء « سحلية » بطريقة مختصرة كمثال لحالة بدائية عامة لرباعيات القدم ، ولعضلات « ماماوت » كمثال لنوع ثديى اساسى .

الطرف الصدرى : العضلات الظهرية (شكل ١٨٤ ، ١٨٥ ، ١ ، د) : يوجد في كل رباعيات القدم عدد من العضلات الظهرية التي تتصل بالعضد بالقرب من راسه وهى المسئولة عن كثير من تحركات هذا العظم على حزام الكتف . ومن عضلات هذا النوع عضلتان سطحيّتان مروحيّتان الشكل ظاهرتان يمكن شهادتهما في الزواحف والثدييات ، وهما : العضلة الظهرية

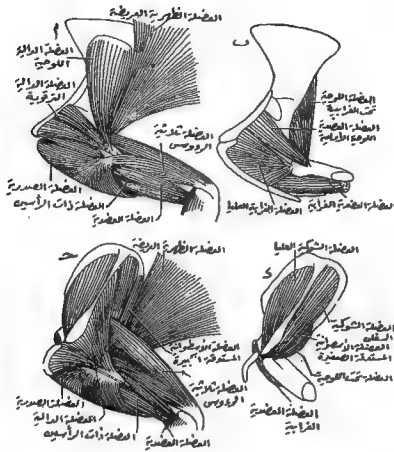


شكل ١٨٣

١ - منظر خارجي للحزام الصدري والطرف للجهة اليسرى وعضلاتها في جنين السحلية (الهيكل غير مظلل والنسيج العضلي منقط) ، ب - الحزام الصدري والزعنفة في سمك (استرجون) . تتكون العضلات في زعنفة السمكة ببساطة من كتلتين عضليتين متقابلتين ظهرية وبطنية . وفي الفقاري البري اليافع يكون للطرف عدد كبير من العضلات المميزة ، أما في الجنين فهي مرتبة في كتلتين متقابلتين تشبهان تلك الموجودة في زعنفة السمكة ، وفي المرحلة الموجودة في الشكل بدأت الكتلتان بالكاد في التمييز الى العضلات اليافعة (راجع شكل ١٨٤ ، ١) . والكتلة الظهرية مبنية جيدا أما الكتلة البطنية فهي مختفية غالبا تحت الطرف (الذي لم تكون فيه القدم بعد) .

العريضة وتنشأ من غلاف الجانب والظهر ، و**العضلة الدالية** التي تنشأ (غالبا من جزعين) من اللوح والترقوة . وفي الثدييات تتصل ثريجة من العضلة الاولى مع عظم اللوح هي **العضلة الاسطوانية المستدقة الكبيرة** . وفي الزواحف توجد عضلة ظهرية خارجية صغيرة هي **العضلة اللوحية الامامية** عميقة من العضلة الدالية وتدفع هذه العضلة في الثدييات الى الحافة الظهرية لعظم اللوح حيث تسمى **العضلة الاسطوانية المستدقة الصغيرة** . وفي الزواحف والثدييات تجري عضلة عريضة (مبنية جزئيا في الاشكال) من الناحية الداخلية للحزام الكتفي لتندغم على العضد بالقرب من العضلة العريضة وتسمى **اللوحية تحت الفراشية** في الزواحف و**تحت اللوحية** في الثدييات .

هذه هي اقرب أعضاء المجموعة الظهرية او الباسطة . الى الوراء ينفذ السطح الظهري للعضد بواسطة **العضلة ثلاثية السعوس** التي تنشأ من



شكل ١٨٤

عضلات الكتف والساعد في السحلية (١ ، ب) والمتماوت (ج ، د) في مناظر جانبية ، اشكال اليد اليمنى في كل حالة عبارة عن تشريحات مميقة مقارنة مع ازالة العضلة الظهرية العريضة والدالية والصلدية والعضلات العلوية (ثلاثية الرؤوس وذات الرأسين والعضدية) . ويلاحظ هجرة العضلة الفارابية الى اعلى لتصبح العضلتان الشوكيتان العضد وبواسطة رأس او أكثر من الأجزاء المحيطة من الحزام ، وتتصل العضلة في جزئها البعيد بمرق الزند - ويعتبر هذا الاتصال في الحقيقة سبب وجود هذا النتوء - وتساعد في بسط الساعد - وتتصل المجموعة الظهرية تحت المرفق بالمجموعة الباسطة للساعد . وتجرى أكثر وضوحا صفيحة معقدة من العضلات الى أسفل من منطقة المرفق للخارج إلى عظم الساعد ثم الى اليد ، وتوجد مجموعة من العضلات الباسطة القصيرة في منطقة الرسغ

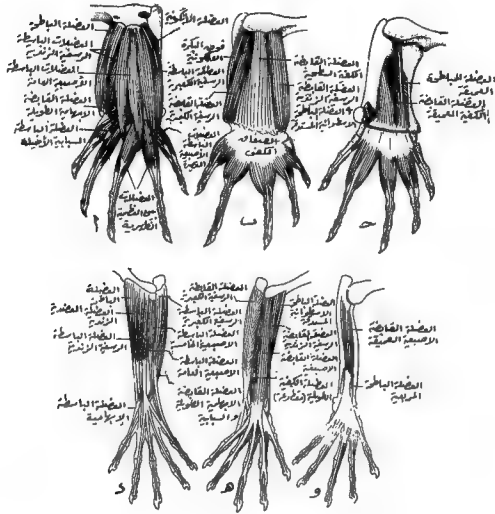
والاصابع ، كما يظهر نفس الترتيب فى السحلية والثدييات فيما عدا ان فى الاخيرة توجد عضلة باسطة طويلة من المرفق لهما اوتار ، غير موجودة فى الزواحف ، تجرى مباشرة فى الاصابع .

المضلات البطنية : (شكلى ١٨٤ ، ١٨٥ ، ب ، ج ، هـ ، و) :

يوجد فى الجانب السفلى للكتف عضلة سطحية هامة تعطى قوة شد للواء والى اسفل على العضد هى عضلة الصدر أو **العضلة الصغرية** تنتشر على شكل مروحة بعيدا الى الوراء على القص والاضلاع تندغم على تنوء قوى تحت الطرف القريب للعضد . وهناك عضلة بطنية اعظم واصغر هى **العضدية الغرابية** تجرى من العظم الغرابى الى الجانب السفلى للعضد . كما ان هناك عضلات بطنية ذات فعل مقرب معاكس للعضلة ثلاثية الرؤوس هى **ذات الراسين والعضدية** التى تمتد بطول العضد لتندغم على عظام الساعد بالقرب من روعوسها .

وتوجد هذه العضلات الاربعة القريبة فى صورة متشابهة تقريبا فى الزواحف والثدييات ولكن هناك عضلة خامسة فى الزواحف تبدو لأول وهلة بان ليس لها نظير فى الثدييات . تلك هى **العضلة الغرابية العليا** وهى عضلة لحمية كبيرة تجرى من الصفيحة الغرابية الى الجانب السفلى للعضد . وفى الوضع البدائى المسطح لرباعية القدم تبدو اهمية هذه العضلة فى حفظ الجسم من الهبوط الى اسفل بين الاطراف . ولا توجد فى الثدييات عضلة فى هذا الموضع حيث لا يوجد صفيحة غرابية يمكنها ان تنشأ منها .

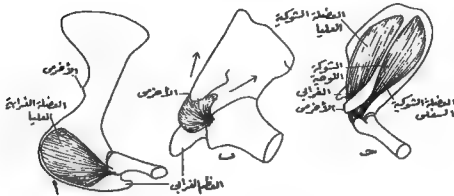
الا ان العضلة موجودة فى الحقيقة وظاهرة على شكل عضلتين ، **شوكية عليا وشوكية سفلى** على عظم اللوح (شكل ١٨٦) والمفروض ان هذه المهاجرة العضلية الرئيسية مسؤولة من اختزال المنطقة الغرابية للحزام ، التى قدمت فى الاصل منشأ العضلة ، وعن تكوين الشوكة والحفرة الشوكية العليا لعظم اللوح فى الثدييات . وتشق عضلة الزواحف طريقها الى اعلى تحت العضلة الدالية (كما يلاحظ متكررا فى جنين الثدييات) وقد : (١) حلت محل العظم اللوحى القديم كالشوكية السفلى (وقصرت اصل الدالية على الشوكة) ، و (ب) شملت مكانا جديدا (الحفرة الشوكية العليا) مبنيا لاستقبال العضلة الشوكية العليا امام الحافة الامامية القديمة لعظم اللوح . ولتغيير وضع الاطراف فى الثدييات تتوقف الغرابية العليا عن العمل فى موضعها القديم ، الا انها تبقى على وظيفتها كدعامة بدغم العضلتين



شكل ١٨٥

عضلات الساعد واليد في السحلية (أ - ج) والتمنات (د - و)
 تخطيطية وبسطة الى حد ما ، أ ، ذ منظر للسطح الباسط ، ب ، هـ
 تشريحات سطحية للناحية القابضة ، ج ، و ، تشريحات عميقة للناحية
 القابضة . ومن أبرز التغيرات ، من الزواحف الى الثدييات ، على السطح
 الباسط اختزال العضلات القصيرة لليد وتكوين اوتار للأصابع من العضلة
 الباسطة العامة . وتكون عضلات خاصة طويلة لتحريك الإبهام والأصبع
 الخامس . ومن أهم المظاهر في الزواحف على الناحية القابضة وجود صفاق
 غليظ ومعتد على راحة اليد يتصل به من الطرف القريب العضلات القابضة
 الطويلة ومجموعة من الأوتار والعضلات القصيرة للأصابع . ويختفى هذا
 في الثدييات حيث تندغم العضلة الكفية الطويلة في صفاق سطحي على
 الرسغ مقطوع من الشكل ، وتكون كل من العضلات القابضة العميقة الموجودة
 هنا وتراً كفيًا عريضاً . وتوجد عضلات قصيرة مختلفة للأصابع في مكان
 عميق من اليد ليست موضحة .

الممالتين في التدييات عند طرف العضد امام الأرواح ، ويمثل حركة الرافعة الناتجة الى تحريك الطرف الى اسفل وللأمام ، أو على العكس ، الى سحب الجسم الى أعلى وللخلف على الذراع .



شکل ۱۸۶

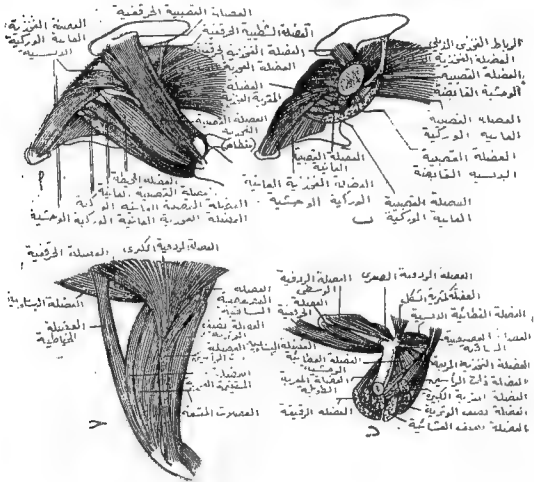
رسوم تخطيطية لمنطقة الكتف في ١ - سطحية ، ب - متماوت جنينى،
ج - متماوت يافع ، تبين تغيرا كبيرا فى عضلات الكتف بين الزواحف
والثدييات والتحورات الناتجة من ذلك فى تركيب حزام الكتف ، والعضلة
الغرابية العليا فى السحلية عضلة بطنية كبيرة تجرى من الصفحة
الغرابية الى الساعد . وتوجد عضلة مشابهة فى جنين المتماوت ولكنها تعمل
فى المرحلة الموجودة فى الشكل الى ان تنشق وتنمو الى أعلى (الاسبم) على
جانبيه الأخرى ، وقد أصبحت هذه الكتلة العضلية فى الثدييات عضلات
شوكية عليا وشوكية سفلى ظهريه الموقع ، وقد تكون جزء جديد من اللوح
لاستقبال العضلة الشوكية العليا بينما اختزل العظم الغرابى الى عقدة
صغيرة . (ب ، هـ شخ) .

وفي الجزء البعيد من الطرف ، يكون الجهد المسير دفعة خلفية للساعد والأصابع بواسطة عضلات السطح البطني المقرب القوية البناء . وتنتشر مجموعة من العضلات المقربة الطويلة الى الخارج للساعد ومنطقة الرسغ بطريقة مشابهة للعضلات الباسطة العاكسة تقريبا . الا ان انقباض الأصابع يتسبب صعوبة لان العضلات التي تؤدي هذه الوظيفة لا بد لها أن تمر بالمنحني الموجود على الجانب السفلي للرسغ اذا كانت ستمتد مباشرة الى الأصابع . ويمكن تحاشي ذلك بتكوين صفاق وهو وسادة من نسيج ضام تحت الرسغ تتصل به العضلات المقربة الطويلة في الجزء القريب وبعض عضلات وأوتار

الأصابع القصيرة في الجزء البعيد (يبين شكل ١٨٩ تركيباً مشابهاً في الرجل الخلفية) وتنتج هذه الوسادة من النسيج في الثدييات الى عدة صفائح وتربة منبسطة بعضها فوق بعض .

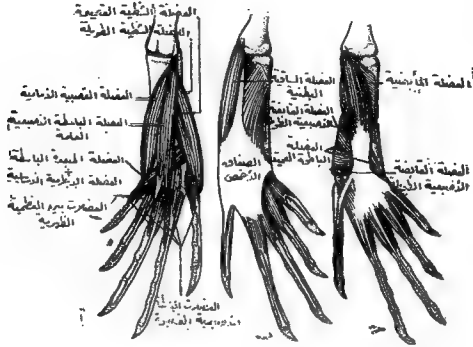
الطرف الحوضي : العضلات الظهرية (شكل ١٨٧ ، ١٨٨ ، ١٨٩) .

يمكن مقارنة بعض العضلات الظهرية أو المجموعات العضلية في الردف ومنطقة الفخذ في رباعيات القدم الدنيا والثدييات . وللزواحف عضلة فخذية عانية وركية انسية قوية لحمية (ما اغرب اسماء هذه



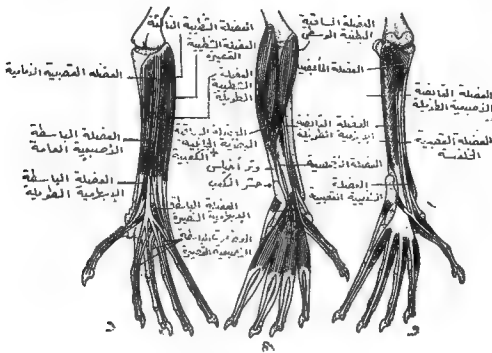
شكل ١٨٧

عضلات الطرف في حوض وفخذ السحلية (أ ، ب ، ج) والتماوت (ج ، د)
مناظر جانبية . أ ، ج مناظر سطحية ، ب ، د تشريحات تبين الطبقات العميقة من العضلات .



شكل ١٨٨

عضلات الرجل السفلى والقدم في السطحية (١ - ج) والمتماوت (د - و) تخطيطية ومبسطة الى حد ما . ا ، د مناظر للسطح الباسط ، ب ، ه مناظر سطحية ج ، وتشريحات عميقة للناحية القابضة . ويقارن السطح الباسط للرجل الخلفية للسطح الباسط الساعد واليد باستثناء قلة تكوين العضلات الفردية على الجانب الداخلى (القصى = الزندى) . وفي التحول للثدييات فان للتحورات تشبه التحورات التي تشاهد في الرجل الامامية بما فيها تكوين اوتار الاصابع من العضلة الباسطة العامة وتكوين عضلات طويلة تعمل على الاصبعين الاول والخامس . وتشبه الناحية القابضة للرجل الخلفية للسطحية مثلتها في الامامية في كثير من الوجوه بما فيها تكوين صفاق غليظ للأخص (الكعب) في الزواحف ، يتصل به كثير من العضلات في الجزء القريب والبعيد . الا انها تختلف عنها في عدم وجود العضلات القابضة التي تجرى على الجانبين وتكوين عضلة قوية لبطن الساق ذات رأسين تسمى العضلة الساقية البطنية . اما في الثدييات فقد تحولت عضلات بطن الساق (باستثناء الاخمصية) الى اتصالات جديد على « عظم الكعب » . الا ان العضلة القابضة الطويلة للاصابع تجرى حتى صفاق الاخمص المختزل . ويمتد من هذا ، كما في الزواحف اوتار يعدة وعضلات اصابع (ازيلت العضلات السطحية لهذه المجموعة في و ،



تابع شکل ۱۸۸

لتبين العضلات والأوتار العميقة (. ويوجد على السطح القارض في كل من الزواحف والثدييات عضلات أصبعية عميقة وقصيرة غير مبينة في الأشكال.

(المضلات) تشتمل على المضلة القطنية والسطح الداخلي للحزام وتندفع فوق عظم الفخذ قريبا من رأسه ، وتتكون هذه العضلة في الثدييات باسم **المضلات الحرقفية والسواسية** ، وتتجمع في كثير من الأحيان في كل من الزواحف والثدييات مجموعة من المضلات تسمى **الفخذية** وباعية الرؤوس تجري على عظم الفخذ لتندمج بوتر غليظ مشترك على رأس القصبية ، وتمتد على الرجل بنفس طريقة العضلة ثلاثية الرؤوس في الذراع . والمضلات المتسمة هي رؤوس لهذا العقد تنشأ من الفخذ ، في حين تسمى الرؤوس الناشئة من الحزام بأسماء مختلفة في الحالتين ، فبينما من المحتمل أن رأس الحرقفة في الزواحف والمسماة **القصبية الحرقفية** هي نفسها **الستيمية** الفخذية في الثدييات فانه بعيدا من المؤكد أن العضلة المحيطة في الزواحف هي نفسها **الخياطية** أو « **عضلة الخياط** » في الثدييات .

وهناك عضلتان ظهريتان تنشآن من حرقفة الزواحف لا يمكن أيضا مقارنتهما بمعضلات الثدييات الناشئة في هذه المنطقة . وقد لاحظنا أنه يوجد في الثدييات تغير كبير في وضع الفخذ ، ونتيجة لذلك فإنه من المقبول أن

نتوقع تغييرات في العضلات المتصلة . وفي الزواحف تجرى عضلة فخذية حرقفية من عظم الحرقفة مباشرة للخارج الى الفخذ ، وفي الثدييات تقع مجموعة من العضلات الردفية القوية في نفس المكان تقريبا ، ولكنها تختلف الى حد ما في مسارها وفي وظيفتها في تحريك الطرف وخاصة الردفية العميقة التي تبدل فعلا قويا على الفخذ في سحب الركبة الى الوراء او (على العكس) في دفع الجسم الى اعلى وللأمام على الرجل . وتوجد في الزواحف **عضلة شظيية حرقفية** تجرى (كما يدل الاسم) من الحرقفة الى الشظية . ولا يوجد مثل هذه العضلة في الثدييات ، ومن المحتمل انها ممثلة بعضلة طويلة من المجموعة الردفية .

وفوق الركبة تبين العضلات الباسطة للطرف الحوضي تربيا واحدا في كل من الزواحف والثدييات يمكن مقارنته جوهريا بترتيب الطرف الصدري .

العضلات البطنية (شكل ١٨٧ ، ١٨٨ ، ب ، ج ، د ، هـ ، و) . تقوم العضلات البطنية للردف ومنطقة الفخذ اساسا بتقريب الفخذ وثني مفصل الركبة ، أي في اثناء الحركة تقوم برفع الجسم عن الأرض وتدفعه الى الامام . ولذلك فهي عضلات كبيرة وهامة ومعقدة . وهي مرتبة في ثلاث مجموعات رئيسية :

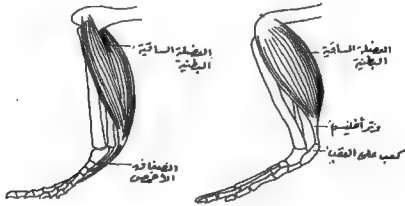
١ - عضلة كبيرة عميقة تنشأ لحميا من معظم السطح الخارجى للعانة والورك (يرتبط وجود ثقب في هذه العناصر باتصال هذه العضلة) . وتأخذ هذه العضلة في الزواحف اسما فحما **عضلة الفخذية العانية الوركية الوحشية** . وتسمى في الثدييات **العضلة الوحشية** مع وجود **العضلة الربعية** كجزء منسلخ .

٢ - ينطى السطح السفلى للفخذ مجموعة كبيرة ومعقدة من العضلات الطويلة التي تنشأ القصب وتسمى هذه في الزواحف : **القصبية العانية الوركية و القصبية القابضة الوحشية و القصبية القابضة الانسية و القصبية العانية** (اسماء أكثر لطفا) ويبدو أن نظراتها في الثدييات هي **الرفيقة و نصف القشائية و نصف الوترية و ذات الراسين** .

٣ - في الزواحف النموذجية تنشأ العضلات البطنية القوية للأطراف، وهما **الفخذيتان الذيليتان** (الطويلة والقصيرة) ، من فقرات الذيل ، وتجري

للأمام لتندغم بواسطة أوتار على الفخذ الذى يعطيانه سحبا خلفيا قويا وبالتالي مساهمة في الحركة الامامية . الا أنه في الثدييات باختزال الذنب وتغيير وضع الأطراف تختزل هذه المجموعة من العضلات الى شرائح صغيرة متباينة مثل **العضلة كمثوية الشكل** .

وتتركز العضلات البطنية الطويلة لبطن الرجل غالبا في **عضلة ساقية بطنية** قوية في كل رباعيات القدم . وكما هي الحال في العضلات القابضة للرجل الامامية فان مشكلة « استدارة اللفة » عند العقب « الكعب » مشكلة مركبية كبيرة . وقد تغلبت الزواحف عامة على ذلك ، كما في حالة القسدم



شكل ٨٩

مناظر جانبية للرجل الخلفية لسطحية (الى اليسار) وحيوان ثديى نمونجى (الى اليمين) تبين الفرق في عمل عضلة بطن الساق الرئيسية ، او العضلة الساقية البطنية ، في بسط القدم . وفي رباعيات القدم الدنيا تحيط هذه العضلة بمنطقة الكعب لتعمل على السطح السفلى للقدم بالاتصال بصفيحة من النسيج الضام هي صفاق الأخمص ، الذى يتصل بدوره بالأصابع (راجع شكل ١٨٨ ، ب) . وعملها مبسط في الثدييات بتكوين كعب على العظم العقبى (راجع شكل ١٨٨ هـ) وبمعل اتصال وتر العضلة هنا على رفع القدم عن الأرض .

الامامية ، بتكوين صفاق . أما في الثدييات فقد نشأ نوع جديد من تدبير رفع الاقدام بواسطة الفعل الرافع لعضلات بطن الرجل المندمجة في عقدة كعب العقب . ولا تمتد الرؤوس الكبيرة للعضلة الساقية البطنية الى جانب القدم ولقنجا تندغم بواسطة وتر أخيلس على هذه العقدة (شكل ١٨٩) .

العضلات الخيشومية

تختلف العضلات الخيشومية اختلافا ملحوظا عن العضلات المخططة التى درست حتى الآن ، وهى راقية التكوين فى المنطقة الخيشومية لسلف الفقاريات وتبقى واضحة فى شكل متحور حتى فى أرقى المجموعات . وقد ذكر فى مكان آخر أن هيكل وأعصاب البلعوم ذات طبيعة مميزة جدا . وكذلك العضلات الخيشومية تستحق الملاحظة بصورة متكافئة . فهى - على النقيض من كل العضلات المخططة الأخرى - لا تنشأ من القطع العظمية وإنما من ميزنشييم مشتق من بريتون الصفحة الجانبية (شكل ٦٧ ، ج) . وتنشأ العضلات الملساء للقناة الهضمية الأصلية خلف البلعوم بطريقة معاكسة .

وتعتبر عضلات القناة الهضمية ، مخططة أو ملساء ، أجزاء أمامية وخلفية لجهاز حشوى واحد كبير من العضلات موضعه الابتدائي، في جدار القناة الهضمية . وتكفي الحركة البطيئة للعضلات الملساء بالنسبة لعمليات الهضم فى المعدة والأمعاء . أما بالنسبة للحركات المطلوبة فى بلعوم الفقاريات البدائية - للتنفس وأكثر بدائيا للاجهد أو التوتر الغذائى - فانها تتطلب عضلات مخططة . وبوجه عام فإن العدد - على امتداد القناة الهضمية - بين العضلات المخططة والملساء يقع عند الطرف الخلفى للبلعوم . إلا أن هذه ليست نقطة محددة ، ففى كل من الأسماك من جهة والثدييات من جهة أخرى قد تمتد العضلات الحشوية المخططة للوراء الى المرىء . وفى الفقاريات العليا يحتزل البلعوم فى الحجم والأهمية إلا أن العضلات البلعومية المخططة تبقى واضحة حيث تأخذ أجزاء منها طبيعات مختلفة كمضلات الوجه والفك وحتى جزء من عضلات الكتف .

والعضلات الخيشومية حسنة التكوين فى دائريات الفم حيث تسدو كصفائح من العضلات تحصر بينها الجيوب الخيشومية كمضلات متخصصة تشغل « اللسان » العجيب . إلا أن بناء عضلات الفك لا يشبه أبدا مثله فى مجموعات الفقاريات الأخرى ، ولن يؤخذ فى الاعتبار هنا أكثر من ذلك .

وفى القرش (شكل ١٩١ ، ١) توضع العضلات الخيشومية نظاما يمكن اعتباره أساسا لنظامها فى الفكيات الأخرى . إلا أن العناصر الأمامية تخصص لتشنيل الفكوك . ومن ثم فسوف نتتبع تاريخ العضلات المتصلة بالاقواس الخيشومية النموذجية من القرش فما فوق خلال الفقاريات العليا قبل الرجوع الى دراسة العضلات الأمامية أكثر فى منطقتى الاقواس الأمامية والفكية الأسماك .

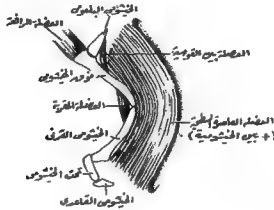
عضلات العوارض الخيشومية النموذجية ومشتقاتها (شكل ١٩٠، ١٩١)
 ١) يوجد خلف القوس الالامية بشكل نموذجي ، في الأسماك ، خمس فتحات خيشومية تتخللها أربع أقواس لكل منها عضلاتها الأصلية الخاصة بها وعوارضها الهيكلية . وحتى ، في الفقاريات البرية ، عندما تختفى الخياشيم نفسها كعلامات واضحة فإنه يمكن تتبع العضلات المشتقة من الأجزاء المختلفة للجهاز الخيشومي بواسطة امتدادها العصبى . وتمتد عضلات الخياشيم بمجموعة خاصة من الأعصاب المخية هي أرقام ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ (شكل ٢٧٥) . وتمتد القوس الفكية بالعصب الخامس والقوس الالامية بالعصب السابع ، أما المعارضة الخيشومية الأولى فهي في منطقة العصب التاسع وبقية العوارض الخيشومية تمدها فروع خاصة من العصب العاشر (تمتد للأمام على القناة الهضمية) .

وبالرغم من وجود التحام للأنسجة العضلية في معظم الأحيان اعلى وأسفل الفتحات الخيشومية فإن لكل خيشوم نموذجي في القرش مجموعة مميزة من الشرائح العضلية الأصلية . وأبرز هذه العناصر هي العاصرة السطحية ، وهي صفيحة مريضة رقيقة تجرى إليها عامة عموديا في حاشية الجلد الممتدة للخارج في الحاجز الخيشومي . وإلى اعلى وأسفل تنتهي معظم الألياف العاصرة في صفائح من الصفائح على الظهر والحلق ، إلا أن الشرائح العميقة قد تتصل بالعوارض الخيشومية وربما تكون عضلات بين خيشومية منفصلة .

وبالإضافة إلى ذلك توجد عضلات اعماق . فتجرى مقربات الأقواس من فوق الخيشومية إلى الخيشومية القرنية وتعمل إلى ثنى الألتنين معا ، وتعمل العضلات بين القوسية الظهرية بنفس الطريقة فيما يتصل بالخيشومية البلعومية وفوق الخيشومية لنفس الأقواس أو للأقواس المجاورة . وفي الناحية الظهرية تجرى الألياف من صفائح العنق للوراء وإلى أسفل لتتقدم على العوارض الخيشومية المتتابعة كرافعات للقوس ، إلا أنه في كثير من أسماك القرش تجرى معظم أو كل هذه الألياف أكثر إلى الوراء لتتقدم على حزام الكتف .

وتكوين العضلات الخيشومية أكثر قصورا في الأسماك العمية . وما دامت الحواجز الخيشومية مفقودة ، فإن العاصرات السطحية تكون غائبة رغم امكان بقاء الشرائح البطنية كمعضلات تحت قوسية ، والعضلات الرافعة

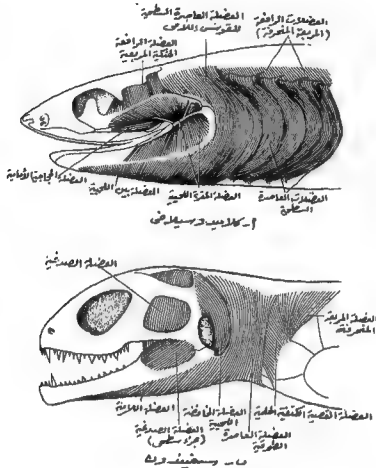
مفقودة في الأسماك العظمية ، وحتى العضلات الصغيرة المتبقية تكون مختلطة أو غائبة .



شكل ١٩٠

قوس خيشومية مفردة وعضلاتها في القرش .

ومن بين رباعيات القدم تستبقى يرقات البرمائيات الخيشومية التنفس مجموعة من العضلات الخيشومية تشبه تلك الخاصة بالأسماك العظمية ، إلا أنه في الفقاريات البرية الحقيقية تختفي العضلات المحركة للموارض الخيشومية النموذجية إلا من شرائح صغيرة تتصل بالجهاز اللامي والحنجرة . ومع ذلك يوجد اثر واحد واضح (وإن كان شاذاً) من مجموعة الخياشيم في رباعيات القدم - هو العضلات المربعة المنحرفة (شكل ١٩١ ، ب) . وهذه العضلة مشتقة من العضلات الرافعة التي ذكرنا أنها تعمل في القرش إلى أن تجرى إلى الوراء فوق الخياشيم لتتصل بحزام الكتف . وتكون في هذه الفقاريات البرية صفيحة عضلية رقيقة تنشأ من مؤخر الرأس وصفاق الظهر وتندمج على امتداد الحافة الأمامية لحزام الكتف . وتكون هذه الصفيحة المربعة المنحرفة مبدئياً متصلة بالترقوة والكاليوم ، إلا أنه باختزال أو فقد هذه العناصر قد يكون الاتصال على الحافة اللوحية الأمامية (أو الشوكة المتناظرة في الثدييات) ، وقد يصل إلى القص في الناحية البطنية ، وقد تصبح الشرائح الأمامية والبطنية عضلات منفصلة مثل القصبة الحلمية أو الكنتية الحلمية ، وباختزال الترقوة في كثير من الثدييات قد تلتحم بشرائح من العضلة الدالية لتكون عضلات مركبة طويلة رقيقة تمتد مباشرة من الرأس إلى الطرف الأمامي .



شکل ۱۹۱

مناظر جانبية لعضلات القوس الخيشومية ومشتقاتها في القرش ،
والسفينودون من الزواحف . (أ عن اليس ، ب عن آدمز وفيرنجر)

عضلات القوس الامية : كانت عضلات القوس الامية بالتخمين في الاسلاف من الاسماك اللانكية ، شبيهة بتلك الخاصة بالاقواس الخيشومية النموذجية ولكن في كل المقاربات الفكية الحية أصبحت هذه القوس كما رأينا عالية التحور ، كما تحورت عضلاتها التي يمكن تمييزها من خلال امدادها بالعصب السابع كذلك . وحتى في اسماك القرش فان العضلة الوحيدة الباقية من القوس هي العاصرة السطحية . وقد تكون هذه العضلة مختلفة التجزؤ في الاسماك بوايسطة شرائح عميقة تصل عناصر القوس الامية بعضها ببعض

وبمفصل الفك . وقد تبقى بعض هذه الشرائح كعناصر دقيقة في المنطقة الالامية ومنطقة الأذن في رباعيات القدم ، وهناك لشريحتين منهما ، كما سنذكر فيما يلي ، أهمية في الحيوانات البرية تتصل بفتح الفم .

وعلى عكس الاتجاه لاختزال كثير من عضلات القوس الالامية فإن الجزء الظهري للصفيحة العاصرة الالامية يبقى ظاهرا . وهذه العاصرة راقية التكوين في الأسماك العظمية لضبط حركات النطاء العظمى المنطى للفرقة الخيشومية . وبفقد هذا النطاء في الفقاريات البرية تنتشر هذه العضلة حول العنق في صفيحة رقيقة لتلتصق بالجلد عموما تعرف بالطوقية العاصرة (شكل ١٩١ ، ب) . وفي الثدييات تتسع بطريقة تستحق المشاهدة لتكون عضلات العصر التي ستناقش فيما بعد .

وببدو أن ميكانيكية فتح الفم لم تؤخذ بجديّة (على حد القول) في الفقاريات (حيث تميل فتحات الفم أكثر الى أن تفتح بنفسها) ، كما تشهد تدابير مؤقتة مختلفة في المجموعات المختلفة . وقد ذكر مبكرا في هذا الفصل أن المفصلات المحورية البطنية تجري للأمام على امتداد الحلق ، وقد تتصل بالأجزاء البطنية للعوارض الخيشومية والفكوك ، يستخدم السحب الخلفي لهذه العضلات أحيانا في الأسماك لفتح الفكين . وفي معظم رباعيات القدم ما عدا الثدييات توجد قابضة لحينية معوضة (شكل ١٩١ ، ب) وهي شريحة أمامية للعاصرة الالامية تجري الى أسفل من مؤخر الجمجمة خلف التنفس الوحيد (منطقة طيلة الأذن الآن) لتتصل بالطرف الخلفي للفك السفلي .

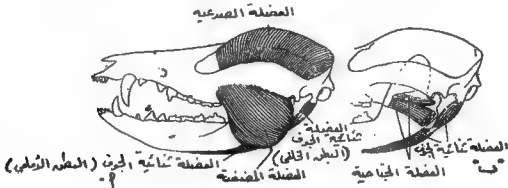
وفي الثدييات ، كما رأينا ، يتغير شكل الفك السفلي ، فتفقد العناصر المحيطة بمنطقة اتصال العضلة القابضة وما معها من عضلات . ومعوضا عنها تبرز شريحة أخرى من العضلة الالامية لتسهم في تكوين ناتحة فكية جديدة هي الثنائية الجوف (شكل ١٩٢ ، ب) ، وكما يتبين من الاسم فإن لهذه العضلة انتفاخين : الانتفاخ الخلفي عبارة عن شريحة لامية تجري الى أسفل من المنطقة الأذنية للجمجمة ، أما الانتفاخ الأمامي فيتكون من الياف مشتتة من العضلات الأصلية للفكوك . وقد يكون الإثنين بعضهما مع بعض زاوية حادة ، ويؤدي بينهما بنجاح العمل غير الشاق لقبض الفك .

عضلات الفك .: (شكلي ١٩١ ، ١٩٢) يتحور عناصر القوس الخيشومية الإلامية في الفكيات لتكوين تراكيب فكية أساسية تصبح عضلات هذه القوس

(التى يمدّها العصب الخامس) : عالية التخور لتساعد وظائف فكية خاصة .
وكما يشاهد فى سمك القرش تتكون عضلات الفك من ثلاثة اجزاء :

١ - يتصل الفك العلوى فى القرش اتصالا سائبا بالعلبة المخية ، وتربط
هذين العنصرين الهيكلين ، بين منطقتى العين والتنفس ، رافعة حنكية
مربعية أكثر شبيها بالعضلات الرافعة للأقواس الخيشومية العادية .

٢ - الكتلة العضلية الكبيرة للجزء الفكى فى السمكة هى المقربة للحببة



شكل ١٩٢

العضلات الفلكية فى التماوت . ١ - مناظر سطحية ، ب - تشرحات
عميقة ، وبلاحظ ان الفك موضع شفاف ليعين العضلات الجناحية المتصلة
بسطحه الداخلى .

وتشبه تقريبا العضلة المقربة لخيشوم عادى ، الا ان حجمها كبير جدا حيث
تقوم بوظيفة هامة فى ضغط الفكين معا فى حركات القضم والطحن الضرورية
لتناول الطعام . وتترتب الكتلة الرئيسية للعضلة المقربة الفكية بطريقة
بسيطة حيث تجرى بين الغضروف الحنكى المربعى والغضروف اللحيى ،
(تجرى شريحة عضلية متخصصة امام الحجاج فى القرش للامام لتساعد . ن
اتصال الفكين معا مع العلبة المخية) .

٣ - عضلة بين لحيية بطنية غير هامة ، وهى صفيحة رقيقة من الالياف
تربط ذراعى الفك وتحتوى على الياف من مكونات العضلة الالامية والفكية .

وفى الفقاريات العليا يشكل المكونات الأول والثالث كمية ضئيلة . وقد
تقى الرافعة كشرية او أكثر فى النماذج التى يبقى فيها الحنك والعلبة المخية

على درجة من الحركة المستقلة ، ولكنها ضامرة أو مفقودة في المجموعات التي تكون الجمجمة فيها تركيب صلب التلاحم كما في الحمراء والأسماك الرئوبة والبرمائيات الحديثة والسلاحف والتماسيح والثدييات . ونبسى الصفيحة البطنية الموجودة بين الفكين كعضلة عضلية لامية ، وقد تسمي - كما ذكرنا من قبل - في تكوين العضلة ثنائية الجوف في الثدييات .

وتبقى القرية اللحية ومشتقاتها ظاهرة في كل الفكيات . وفي الأسماك العظمية ورباعيات القدم تغطي المنطقة الخدية التي تقع فيها بالعظام الجلدية الجمجمة ، وبالنسبة لمساحة منشئها لا تقتصر العضلة المخرية (كما في القرش) على غضروف الفك العلوي أو ما يحل محله من عظام ؛ ولكنها تنشر على هذه العظام الجلدية ، وقد تمتد الى اعلى وللداخل لتصل بالعلة المخية كذلك . وفي رباعيات القدم الدنيا تنقسم العضلات المخرية الى مجموعتين رئيسيتين .

١ - صدغية

٢ - جناحية .

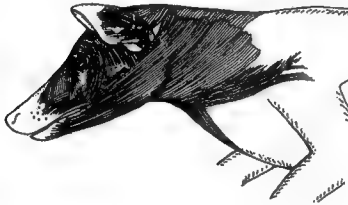
والعضلات الصدغية هي : القسم الأكبر . وفي الرهليات ، كما تبين في الحديث عن جمجمة الزواحف ، يسمح وجود الثقوب في سقف الجمجمة بحرية أكبر في العمل للعضلات الصدغية . وتنقسم الصدغية الأصلية في الثدييات الى جزئين . **الصدغية الأصلية** ولها نفس الموضع الأصلي للعضلة وتندغم في النواء الأكليلي للفك السفلي . وعضلة ثانية هي **المصغية** وهي أكثر سطحية في موضعها . ويجريان اليافها بزاوية كبيرة مع الياف العضلة الصدغية فانها تسحب الفك للأمام وكذلك لأعلى . وهي راقية النسكوين بصفة خاصة في الثوراض . وتكون العضلة الجناحية الصغيرة جزءاً عميقاً من الكتلة المقربة . وهي تنشأ نموذجياً من المنطقة الجناحية للحنك وتندغم على السطح الداخلي أو الخلفي للفك .

عضلات الجلد

على الرغم من أن الجلد في رباعيات القدم (بعكس الأسماك) يقع عادة بشكل مفكك نسبياً على سطح عضلات الجلد ، فغالبا ما توجد متصلة

بسطحه السفلى صفائح أو شرائط رقيقة من العضلات مشتقة من الطبقات التي تحتها وتعمل على حركة الجلد . مثل هذه العضلات الجلدية قليلة التكون في البرمائيات والزواحف فيما عدا شرايح مشتقة من العضلات الصدرية . الا انه في حالة الثعابين تتصل عضلة جلدية بكل قشرة من القشور الكبيرة وتساعد في العمل كدعائم لمنع الانزلاق الخلفي في اثناء الحركة التمعجية . وفي الطيور تظهر العضلات الجلدية واضحة في جلد الجناحين .

ويوجد اعظم تكوين للعضلات الجلدية في الثدييات ، وفي كثير من



شكل ١٩٣

العضلات الجلدية المفلقة لجسم الخلد او الفار الاعمى (عن نيش)

شكل ١٩٤

العضلات الوجهية ، رأس وعنق الكلب (عن هوبز)

النماذج نجد أن كلا من الجذع والعنق مفلغان في غلاف متصل من عضلات الجلد هو السفط البدنى ، واختلاج جلد الحصان في مكان استقرار ذبابة دليل على وجود وعمل هذه الصفيحة العضلية . وغلاف السفط للجذع مشتق من عضلات محورية تحته ، إلا أن الفضلة الطوقية العاصرة في العنق ، كما سبق أن ذكرنا ، جزء من العضلات الجسوية يمدّها العصب الوجهى (السابع) . ويتكون هذا الجزء الأمامى من العضلات الجلدية في الثدييات تكويناً مدهشاً .

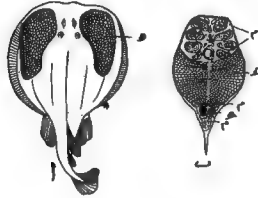
وتتمو شرائح من العضلات المتصلة بالعصب الوجهى للأمام فوق الجمجمة ثم تمتد إلى الخدود لتكون العضلات الوجهية أو عضلات التعبير (شكل ١٩٤) وهى مركزة بصفة خاصة حول الحاجبين والأذن الخارجية والشفتهين .

الأعضاء الكهربائية

في أنواع عديدة من الأسماك - مثل الشفانين البحرية من جنس الرعاد ، و« ثعبان السمك » الكهربى « جيمنوس » ، والساور الرعاد « مالايتروس » تنمو أعضاء خاصة قادرة على إحداث صدمة كهربية قوية . وتوجد أعضاء كهربية أضعف في عدد من الأسماك الأخرى ، وفي بعض الحالات يبدو واضحاً أنها تستعمل كمون في الملاحة بنفس طريقة الرادار . وجملة هذه الأعضاء الكهربائية ، على الأقل (شكل ١٩٥) عبارة عن أنسجة عضلية متحركة . والألياف العضلية عبارة عن تراكيب متلائمة كيميائياً ، كما رأينا ، للإطلاق السريع للطاقة ، وفي الحالة الراهنة تستخدم الطاقة في إنتاج الكهرباء أكثر منها في انقباض العضلات .

وتتكون الألياف العضلية المتحركة - التى يبدو أنها تكون عناصر الأعضاء الكهربائية في معظم هذه الأسماك - كصفائح مفلطحة من بروتوبلازم متعدد النوى تمتد كل منها ليفة عصبية ، وهى مرتبة في مجموعات من الرقائق تشبه الأرصعة الكهربائية عتيقة الطراز الشهيرة في تاريخ اكتشاف الكهرباء . وتكون هذه الصفائح في جوهرها بطارية عضوية يظهر مفعولها بالفروق الموجبة والسالبة بين سطحي كل صفيحة . وقد سجلت في الرعاد قوى تصل إلى أكثر من ٢٠٠ فولت ، ٢٠٠٠ وات .

ورغم التشابه الاساسى العادى لبناء الاعضاء الكهربائية فانها تختلف كثيرا في موضعها ومظهرها في انواع الاسماك المختلفة . فهي موجودة في الرعاد على شكل مجموعتين كبيرتين على جانبي الرأس في الزعانف الصدرية المتسعة . اما عضو الثعبان السمك الكهربى فيتكون من كثير من عضلات الدبل وفي سلور النيل الرعاد يطوق النسيج الكهربائى كل الجسم تحت الجلد مباشرة ، وفي هذه الحالة يكون منشؤه من نسيج عضلى غير مؤكد .



شكل ١٩٥

الاعضاء الكهربائية . ١ - الرعاد ، شفين البحر تحولت فيه عضلات الزعانف الصدرية المتسعة الى خلايا كهربائية . وقد شرح وازيل الجلد لتوضيح الاعضاء الكهربائية .

ب - مقطع في ذيل الثعبان الرعاد الكهربائى في جنوب امريكا «جيمنوتس» حيث توجد عضلات محورية نموذجية (م) اعلا واسفل ، الا ان معظم عضلات الدبل قد تحولت الى نسيج محدث للكهرباء (هـ) .

(١) عن جارتين ، ب - هن دى بوازيونند (هـ)

الفصل العاشر

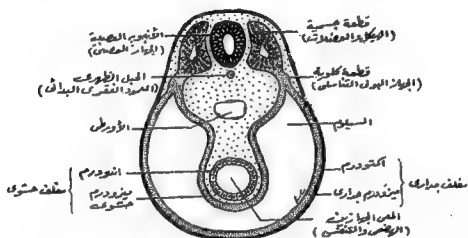
تجاويف الجسم

ان اغلب اعضاء الجسم في الفقاريات - كما هي الحال في كل اللافقاريات الاكثر تقدما في التركيب - لا توجد مغشورة داخل انسجة صلبة او ميزنكيم ولكنها توجد داخل نطاق تجاويف جسمية ممثلة بسائل . وهذه التجاويف هي في الحقيقة تجاويف سيلومية . ونتيجة لهذا توجد الاحشاء في وضع يمكنها من حرية الحركة في اثناء نشاطها الوظيفي كما يمكنها من التغير في الحجم والشكل في اثناء النمو . وقبل ان نسير قدما في وصف الاعضاء التي تضمها او تحيط بها هذه التجاويف سوف نعطي هنا ملخصا صغيرا عن هذا الترتيب .

تكوين السيلوم : تتكون التجاويف السيلومية في الانسجة الميزودرمية كما تتكون بطانتها من طلائية ميزودرمية هي الغشاء البريتوني . وقد اشير الى بعض من تركيبها الجنيني المبكر في الفصل الخامس . وتتكون هذه التجاويف في السهم من الميزودرم بطريقة عقلية وتكون في البداية على اتصال مباشر بتجويف المي (شكل ٦٥ ، ٦٦) . ومن المحتمل ان تكون هذه الحالة بدائية ولكنها ليست هي القاعدة في الفقاريات الحقيقية ، فقد تتكون تجاويف سيلومية مؤقتة في العقل الجسمية والانسجة المكونة للكل ، ولكن التجاويف السيلومية الدائمة تنشأ في الصفيحة الجانبية للميزودرم فقط ، وهي التي لا يظهر فيها عادة التركيب العقلي . فعن الانواع التي تنشأ من بيض من النوع المتوسط المح تمتد الصفيحة الجانبية في مرحلة مبكرة الى اسفل على جانبي الجسم ، وتقابل الصفيحتان في الحال او تتقاربان لتتقابلا في الخط البطنى المتوسط (شكل ٦٧) اما في الانواع كثيرة المح فتمتد في بادى الامر الصفيحتان الجانبيتان كثيرا على الجانبين (شكل ٦٢) ، ولا يتقابل هذان الشريطان في الجهة البطنية الا في حالة متاخرة نسبيا عن النمو ، وتكون كل صفيحة جانبية في البداية شريطا مصمتا من الانسجة . وسرعان ما ينشق هذا الشريط بعد ذلك الى طبقتين داخلية وخارجية يفصلهما تجويف يملؤه سائل ، وهذا هو السيلوم الجنيني الذي يستمر على كلا الجانبين بطول الجذع ، وجداره الخارجى والداخلى علاوة على اعطالهما انسجة ضامة ومواد اخرى (مخصصان لتكوين الغلندين

الجدارية والحشوية للفشاء البريتوني (شكل ١٦٦) . ويكون البريتون الجدارى السطح الداخلى للأنبوبة الخارجية العظمى للجسم (المفلج الجدارى للجنين) ، ويكون البريتون الحشوى الجدار الخارجى للأنبوبة المعوية وما ينمو منها (المفلج الحشوى) .

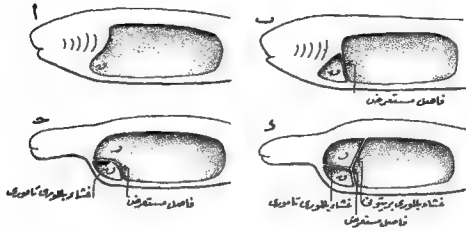
ويتقارب تجاويف الجسم يتقدم النمو أعلى وأسفل القناة الهضمية



شكل ١٩٦ - شكل توضيحي لقطاع عرضي في جنين الثدييات لايضاح
علاقات الميزودرم (من أرى) .

(شكل ٢ ب ، ٢٢ د ، شكل ٢٠ ب) ، ولا يفصلها بعضها عن بعض سوى اشرطة رقيقة من الأنسجة تتعلق بها الاعضاء البطنية ، وهما : المساريقا الظهرية من اعلى ، والمساريقا البطنية من اسفل . والمساريقا الظهرية تركيب دائم اما المساريقا البطنية فيختفى الجزء الاكبر من امتدادها غالبا في الوقت الذى يصل فيه الحيوان الى الطور البالغ . ويمتد التجويف السيلومى على كل جانب - وعلى الأقل في الحالة الجنينية - كثيرا الى الامام من الناحية البطنية (شكل ١٩٧ أ) حتى يصل الى قاع البلعوم (وتكوين الجيوب الخيشومية يمنع تكوينه الظهورى في هذه المنطقة) ، وعلى العموم فان التجاويف السيلومية تكون منفصلة تماما عن التجاويف الاخرى او الخارج . وتفتح اقمار القنوات البيضاء مع ذلك في هذه التجاويف ، وفي بعض الفقاريات الدنيا تفتح في السيلوم بعض قنيات الكلى الامامية كما يوجد ثقبان صغيران يفتحان على السطح الخارجى من السيلوم في معظم الاسماك باستثناء الاسماك كاملة التظم .

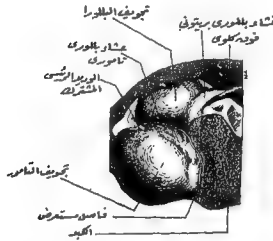
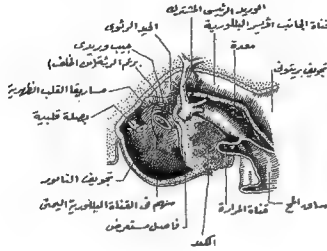
والتركيب السيلومي الجنين المبكر بسيط ويمكن تفهمه بسهولة . اما ذلك الخاص بالحيوان اليافع فلا يسهل فهمه لأنه معقد - ويرجع ذلك التعقيد الى عوامل ثلاثة : (١) توغل أعضاء أخرى غير القناة الهضمية داخل التجاويف السيلومية مثل القلب والمناسل والكلى والرئات . (٢) الانقسام الطولي الى



شكل ١٩٧ - أشكال توضيحية لقطاعات طولية في الجسم توضح تطور تجويف الجسم . ا - حالة بدائية حيث يكون كل السيلوم تجويفا واحدا . ب - حالة الأسماك المثالية حيث تنفصل غرفة التامور عن التجويف الأصلي . ج - الحالة المثالية للبرمائيات والزواحف حيث تكونت الرئات ولكن التجاويف التي تقع داخلها هذه الرئات لا تنفصل عن التجويف الأصلي . د - حالة الثدييات وقد تكون الحجاب الحاجز . ق : القلب . ر : الرئتين .

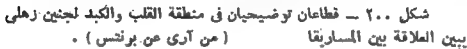
حجرات (شكل ١٩٧) - وتكون في معظم الحالات تجويف حول القلب وتجويف الجسم العام الذي ينقسم انقسامات ثانوية أخرى في الثدييات والطيور . (٣) تعقد الملى والتواؤما ونمو الزوائد المعوية كالكلبد والبكرياس وما ينتج عن ذلك في المساريف من ثنيات معقدة .

تجويف التامور : يقع القلب في جميع الفقاريات في مقدمة المنطقة الامامية والبطنية للسيلوم الجنيني وفي قاع « الزور » أسفل منطقة الخياشيم بدائيا . وفي مرحلة مبكرة من التكوين يتكون خلفه حاجز مستعرض راسي يفصل هذا التجويف عن سيلوم الجذع (أشكال ١٩٧ ، ١٩٨ ، ١٩٩) . ثم يصبح هذا الحاجز كاملا في معظم الفقاريات ، ولكن تبقى فتحة توصليين هذين التجويفين في أسماك كثيرة وعلى الأخص القروش وألجريشات .



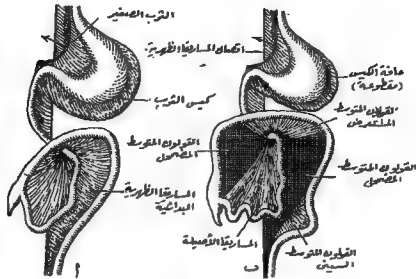
شكل ١٩٨ أعلى - منظر جانبي لتشرريح في جذع جنين انسان طوله ٣ مم يبين تجويف التامور (وقد أزيل القلب) والتجويف البللوري والتجويف البريتوني، النهاية الامامية للجسم على اليسار . وقد تكون الحاجز المستعرض مع الكبد خلف القلب ، ولكن كل تجاويف الجسم متصلة (قارن شكل ١٩٧ أ ، ب) (مع آرى)

شكل ١٩٩ (أسفل) - منظر جانبي يشبه ذلك الموجود في شكل ١٩٨ ولكنه لطور اكبر (١٦ مم) . النهاية الامامية للجسم على اليسار بالاضافة الى الحاجز المستعرض فان النشاء البللوري التاموري وكذلك النشاء البللوري البريتوني موجودان . والنشاء الآخر مع الحاجز هما العناصر البدائية التي تكون الحجاب الحاجز (قارن شكل ١٩٧ ب ، ح) (عن آرى)



تجويف الجسم العام : بانفصال تجويف التامور في أغلب الفقاريات يبقى تجويف سيلومي واحد كبير الحجم يشغل مع ما يحتويه من أعضاء معظم منطقة الجذع . وتميل المساريقا البطنية - التي افترقا بها - الى الاختفاء في معظم أجزائها ، ومع ذلك يكون جزؤها الأمامي ما يسمى بالثرب الصغير (ويوجد من الناحية التكوينية في الجهة البطنية للمخ) وهو يصل المعدة بالكبد ، وقد يبقى جزء آخر أسفل الكبد هو الرباط النجلى (شكل ٢٠٠ ب) .

وتبقى المساريقا الظهيرة كتركيب مستمر في الثدييات والزواحف ، ولكنها تميل الى التجزئة الى قطع تفصلها فروج مثابنة في المجموعات الأخرى . وغالبا ما تعطى أسماء محددة لأجزاء المساريقا التي تربط عضوا أو آخر اظهرها هو الثرب الكبير الذي يدعم الحصة . وفي الأسماك كاملة التمثل ورباعيات القدم تنتج عن التفاف الأعمدة التوادات معقدة في المساريقا



شكل ٢٠١ - مناظر بطنية توضيحية للمعى والمساريق فى الثدييات
 ١ جنين وب حالة يافعة أسامية . ١ يوضح النظام العام فى الانشاء الذى لا يد وأن تقوم به المساريق نتيجة للوضع غير المتماثل للمعدة وكذلك الأمعاء وكما يرى فى (ب) قد ينتج عن هذا الانشاء اندثار أو التحام أجزاء من المساريق . فى الكيس الثرب تركيب صغير الحجم ، وقد يمتد الكيس الكبير إلى أسفل فى كثير من الثدييات مغطيا كثيرا من الأمعاء ولكنه مقطوع فى ت . الفتحة من الكيس إلى سيلوم الجهة اليمنى (الثقب فوق الثرى) يدل عليها سهم ، بينما الخط المزوج أعلى السهم (أى فى الجهة البطنية له) هو الاتصال المقطوع للثرب الصغير مع الكبد . ولرؤية نفس التركيب فى شكل جانبي انظر شكل ٢٠٤ . (عن آرى) .

المتصلة بها (شكل ٢٠١ و ٢٠٤) . ويربط القوس السيني (١) للمعدة بالتواء فى الثرب الكبير بطريقة تجعل جزءا من التجويف السيلومى الأيمن يقع فى جيب أعلى وعلى يسار المعدة وهذا هو الكيس الثرى .

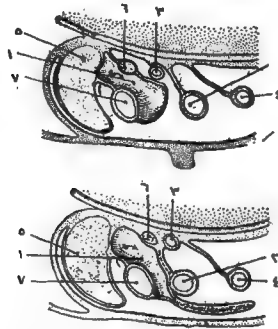
الجيوب الرئوية : تندفع الرئتان فى أثناء تكوينهما إلى الخلف داخل تجويف الجسم فوق القلب وعلى جانب من جانبي المريء . وفى الأسماك الرئوية ودرباعيات القدم الدنيا تكون الرئتان مدعمتين بثنيات من الأنسجة

(١) انحناء على شكل حرف S المترجم .

[illegible]

شكل ٢٠٣ (اسفل) - شكل توضيحي لقطاع عرضي في صدر طائر يبين انتقاسات التجويف السيلومي خاصة . بالإضافة الى تجويف التامور تظهر بجوانب البللورا والاكياس في الجهة الظهرية والبطنية للكبد . السيلوم المعوي الرئيسي يفيد جدا الى الخلف ولهذا لا يظهر في هذا القطاع . الاكياس الهوائية الصدرية (مخططة) وتظهر ايضا في القطاع (عن جودريش) .

السيلوم في الطيور والثدييات : يرتبط التكوين الكبير للاكياس الهوائية التي تتصل بالرئة في الطيور بالانقسامات المقعدة لتجاويف الجسم (شكل ٢٠٣) . اذ ينقسم التجويف البطنى الاصلى الى زوج من التجاويف الرئوية ولزوجين من التجاويف المحيطة بالأحشاء البطنية . وتتكون الاكياس الهوائية بين التجاويف الرئوية من اعالى ومجموعات من التجاويف البطنية من اسفل .



شكل ٢٠٤ - اشكال توضيحية للجلالة الجنينية والياضة للثرب والكيس في حيوان ثديى بقطاعات طولية ترمى من الجهة اليسرى ، والرأس الى اليسار .

(الشكل الأعلى) في الجنين . الكيس صغير والمدخل (فتحة فوق الثرب) يدل عليها سهم . وفي الياض لكثير من الثدييات (الشكل الاسفل) أصبحت المساريقا الظهريّة وكذلك الثرب الأكبر ثنية طويلة . ويظهر الشكل أيضا مساريقا المى التي تتحد مع بعضها (كما هي الحال عند القولون المستعرض الذى يتحد مع الثرب الأكبر) أو قد تتلاشى (كما في الاثنى عشر في الشكل)

(١) الكيس الثربى (٢) القولون المستعرض (٣) الاثنى عشر (٤) المى الصائم (٥) الكبد (٦) البنكرياس (٧) المعدة . ولقارنة المناظر البطنية انظر شكل ٢٠١ (من آرى)

ولا توجد اكياس هوائية في الثدييات ، وبالرغم من ذلك فإن ترتيب التجاويف البلعومية معقد . فالكييس الثرى يكون عادة تام التكوين كجيب كبير مغلق تقريبا (شكل ٢٠١ ، ٢٠٤) ، وقد يمتد الثرب الاكبر منه الى اسفل من الجهة البطنية كقطاء كبير فوق الاحشاء البطنية ، واكثر من ذلك كما في الطيور وبعض الزواحف . تحاط الرئتان بتجاويف بللورية منفصلة ومغلقة تماما عن بقية السيلوم نتيجة لنمو الحجاب الحاجز (اشكال ١٩٧ د ؛ ١٩٩ ، ٢٠٥) . ويكون الحاجز المستعرض الذى يفصل القلب عن التجويف البطنى هو المكون البطنى الرئيسى لهذا التركيب المعقد (اى الحجاب الحاجز) . وتمتد اعلى هذا الفاصل ثنيات من جدار الجسم نحو الداخل وعلى جانبيه الجسم . حيث تتصل في الوسط بواسطة الاقشبية البللورية البريتونية . وتقابل هذه الامتدادات ثنيات تنمو من كل جانب من جانبيه المساريقا حيث تكمل الحجاب الحاجز كجدار مصمت من الانسجة يفصل البطن عن الصدر . وتنمو العضلات داخل الحجاب الحاجز من الجهازان المحورى ، وبذلك يصبح عملا ايجابيا في تمتد وانقباضات التجاويف الرئوية ، وهو عامل هام في تنفس الثدييات .



شكل ٢٠٥ - منظر امامى لمنطقة الحجاب الحاجز لجنين حيوان ثديى يوضح العناصر المختلفة التى تكون هذا الحجاب ، ازيل القلب والرئتان لظهور الجدار الخلفية للغرف البللورية والتامورية ، في هذا الطور (كما يقارن بشكل ٢٤١) لا يزال تجويف التامور ممتدا الى الجدار البطنى للصدر ، بينما في الطور المتقدم في شكل ٢٤٢ ب تمتد التجاويف البللورية اسفله (من برومان ، جوديش) .

الفصل السادس عشر الفم، البلعوم، أعضاء التنفس

تبدو القناة الهضمية في النوات المختلفة والتراكيب الملحقة بها مركزا هاما من حيث الحجم والاهمية بالنسبة للتركيب العام للجسم . وفي هذا الفصل سوف نعتبر الفم ومنطقة البلعوم قطاعين تمهيديين لهذه القناة وهما - علاوة على استقباليهما للطعام - يلعبان دورا صغيرا في التغذية ولكنهما يعتبران من وجهة نظر اخرى غاية في الاهمية حيث تنشأ منهما الاعضاء التنفسية والتراكيب الغدية الهامة .

الفم

يظهر الفم من وجهة النظر الى الثدييات او الانسان كوحدة تركيبية محددة تماما ، ولها ملامح مميزة وثابتة مثل الشفاة وترتيب الاسنان واللسان والغدد اللعابية . ولكن فيما يختص بالفقاريات بوجه عام نجد ان تراكيب الفم تختلف اختلافا كبيرا ، فقد تختفى كل خاصية من الخصائص المألوفة في مجموعة او اخرى . وباستثناء كون التجويف الفمي منطبقا مقلوبة الى الداخل وتؤدي الى البلعوم فاننا نستطيع ان نجد قليلا من التفاصيل التي تنطبق على جميع الفقاريات .

ومن المعروف منذ زمن بعيد ان تجويف الفم الجنيني للفقاريات - الفم القديم - يمكن مقارنته بالتجويف الهضمي للجوف المعويات السابعة وبعض النماذج الاخرى من اللافقاريات البسيطة حيث لا توجد سوى فتحة واحدة تؤدي الى هذا التجويف ، ويمكن مقارنة هذه الفتحة بالثقب الجرثومي في الفقاريات ، وكذلك بفتحة الاست في الحيوان اليافع . وفي شعب اللافقاريات الأكثر تقدما ينشأ الفم في النهاية الاخرى للفم كظاهرة تقدمية ، ويوحى تاريخ نشأة الفرد بان الفقاريات قد سلكت طريقة تطوريا مماثلا . ففي الجنين تنتهي الفم القديم نهاية اعورية عند النهاية الامامية وتلك منطقة البلعوم مستقبلا (شكل ١٢٠٦ ، ٢٤٨) . وامام هذه المنطقة ينحني الراس الى اسفل فوق سطح الجسم المنتفخ بالتح أو كيس الملح مكونا تحتة ثنسية تنبجه الى الداخل أو جيبا من الاكتودرم يسمى بالمدخل الفمي . وهذا هو تجويف



(شكل ٢٠٦ - ١) شكل تخطيطي لقطاع طولى في يرقعة البرمائيات (حوالى الطور المذكور فى شكل ٧٠ و) . يوضح امتداد الأندودرم (منقط) وعلاقته بتراكيب منطقة الغم . ب) شكل تخطيطي لقارنة مكان حدود الغم فى نماذج مختلفة من الفقاريات (ارجع الى الوصف) .

الغم البدائى الذى يكون فى بادى الأمر مفصولا عن البلعوم المجاور له بفشاء . ثم يتمرق هذا الفشاء فيتصل الغم بالبلعوم ، وعندئذ تصبغ للمى فتحة أمامية . ولتحم طلائتا المنطقتين العينيتين بعضهما ببعض حتى يصبح من الصعب - أن لم يكن من المستحيل - التمييز بينهما فى مرحلة متأخرة . ومع ذلك يستمر بطين أغلب البلعوم - أن لم يكن كله - بالاندودرم ، ولكن طلائية الغم - على العكس من ذلك - اكتودرمية وهى أساسا استمرار لبشرة الجلد .

ويختلف امتداد تجويف الغم فى مجموعات الفقاريات اختلافا كبيرا (شكل ٢٠٦ ب) وقد يعتقد الإنسان عند النظرة الأولى بأن فم الحيسوان البالغ يتكون من نفس منطقة المدخل فى كلى الفقاريات ، ولكن هذا أبعد ما يكون عن الواقع .

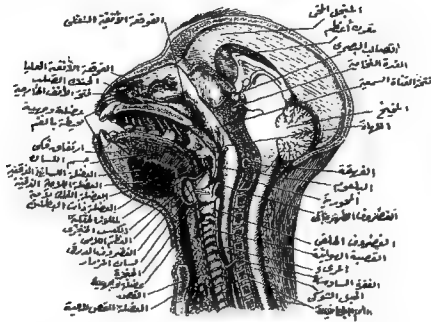
ويوجد دائما علامتان مميزتان فى سقف منطقة المدخل فى الجنين ؛ إذ توجد بجوار النهاية الخارجية لهذا القمع وتحت انتفاخ المخ الأمامى منطقة الأنف الجنينية - وهى عبارة عن زوج من الحفر الأكتودرمية أو التفلطات فى معظم الفقاريات ، فى حين توجد حفرة واحدة فى دائريات الغم . كما توجد الى الخلف قليلا فى السقف حفرة وسطية - جيب الجسم السفلى (جيب راثك) - التى يكون نسيجها الطلائى غالبية الجسم النخامى فى الحيوان البالغ . وفى معظم الأسماك لحمية الزعانف وكل ربايعيات القدم تكون حافات الفك قنطرة تحت الجيوب الأنفية ، وبذلك توجد فتحات داخلية كما توجد



شكل ٢٠٧ - قطاع في رأس ورقة الجلكى ، الكيس القمى وكيس الجسم السفلى لا يزالان في هذه الحالة في وضع بطنى (قارن شكل ٢٢١)

فتحات أخرى خارجية ، ويقع مكان جيب الجسم السفلى الى الخلف كثيراً من هذه المنطقة ، وتجوف القم متسع . وفي الأسماك شعاعية الزعانف والأسماك الشبيهة بالقروش توجد الجيوب الأنفية في منطقة خارجية بالنسبة لحافات الفكين ، وبدا يكون القم أقل تكويناً في هذه المجموعات . أما القم الخاص بدائريات القم فهو لا يزال أقل تحللاً ، ويتضح من النمو الجنينى أنه يقابل الفجوة الداخلية لتجوف القم في الفقاريات الراقية . وفي يرقات دائريات القم (شكل ٢٧) توجد الحفرة الشمية وكيس الجسم السفلى في منخفض المدخل القمى كما هي الحال في الفقاريات الأخرى تقريباً . ولكن كلما ينمو الجنين تسبب قوة النمو التخلفى دوران كل من الأنف والحفرة الشمية (الاثنان متصلان تماماً) نحو الأمام وإلى أعلى فوق السطح الخارجى للرأس كما في الجربث (شكل ١٧) وفي الجلكى الى وضع عال على السطح الظهورى بعيداً عن فم الحيوان اليافع (شكل ٢٣١) ولهذا فإن معظم السطح الخارجى لرأس الجلكى مغلفى بالاكوتورم الذى يوجد داخل القم في الفكيات .

وتكون الشفاه حواف القم في معظم الفقاريات وهى عبارة عن تراكيب جلدية ناعمة قابلة للالتواء . ويكون القم في معظم دائريات القم دائرياً (كما يدل على ذلك اسم المجموعة) ، وتحمل الشفاه لوامس حسية في حالة الجريئات ، أما في الجلكى فتكون ممصاً قوياً يلتصق بواسطته الحيوان بفريسته (شكل ٢٣١) وتكون الشفاه في بعض المجموعات الفقارية الأخرى صغيرة وعبارة عن لثيات جلدية عديمة الأهمية ، وفي مثل هذه الأنواع كالطيور والسلاحف وقليل من الثدييات تتحول الشفاه الى متفاريقوم



شكل ٢٠٩ - قطاع وسطي في رأس ورقبة فرد ويسوس (من جيست)

هرضية مخروطية على الحنك تساعد على امساك الطعام ، وتنمو هذه الحواجز في قياطس البالين عديمة الأسنان على هيئة صفائح طويلة متوازية من عظم الحوت تتدلى داخل تجويف الفم ، هي ذات حافات مشرشرة لتلتقط بها الحيوانات البحرية الصغيرة التي يلعقها اللسان والتي تكون المصدر الغذائي لهذه الثدييات الفضخمة .

وفي الأسماك تنحدر الأطراف السفلية للغواضخ الخيشومية مع ما يصاحبها من عضلات الى الامام وإلى اسفل بين الفكوك في اتجاه قاع الفم . وتكون مشتقات من هذه التركيبات في دائريات الفم تركيبا دائما مسلحا بأسنان قرنية يكشط بها الحيوان لحم فريسته ، ويسمى هذا التركيب باللسان ، ولو انه من الواضح لا يشبه اللسان الحقيقي . ويتكون هذا العضو أساسا في ربايات القدم حتى تكون هناك معالجة أفضل للطعام في غياب الماء . وضومور وظيفة الخياشيم تمكن الحيوانات الأرضية من تجنب وضع الفواصل الخيشومية وعضلاتها في خدمة هذا الاستعمال الجديد . وتتكون عضلات اللسان التي اشرنا إليها - من الجهاز تحت الخيشومي كما يتصل اللسان نفسه عند قامدته بفواصل خيشومية متحركة ، هي الجهاز الامامي .

ويوجد عدد من التخصصات في تركيب اللسان بين رباعيات القدم ،
فبينما تكون بعض البرمائيات اللاذلية عديمة اللسان تملك أنواع الصفادع
العادية لسانا يمتد بسهولة ليلتقط حشرة بطرفه اللوح ، أما الحرياء فلها
تركيب مماثل ، وكذلك توجد لنقار الخشب وعدد من الثدييات آكلة النمل
الأبيض السن طويلة جدا . وتختلف الطريقة التي يمتد بها اللسان اختلافا
كبيرا ، ففي حالة الامتداد الخاطف يكون ذلك نتيجة لعمل العضلات ، أما في
حالة الامتداد العادي فهو نتيجة لامتلاء الجيوب الدموية للكيس الليمفي .

وباستثناء الغدد المتخصصة في الجلكى وهي التي تمتنع تجلط دم
الفريسة ، فإن الأسماك تفتقر كثيرا الى الغدد الغمية باستثناء بعض الخلايا
المخاطية المبعثرة . وفي الفقاريات الأرضية في غياب الوسط المائي - تظهر
الغدد اللعابية كوسيلة لترطيب وإفراز الطعام وإفراز المخاط ومعظم المواد
المائية اللازمة لانتاج اللعاب . وتكون هذه الغدد في البرمائيات والزواحف
والطيور عادة صغيرة الحجم إذا كانت كثيرة العدد أحيانا . وتوجد عادة في
البرمائيات غدة كبيرة متوسطة بين فكية في الجزء الأمامي للحنك ، وفي كثير
من الثعابين والجلامونستر (العقادة « السحلية » الوحيدة السامة)
تتكون غدد فمية خاصة تفرز السموم التي تمر عن طريق ميزاب أو قناة في
الأنياب المتصلة بها الى جسم الفريسة ، والغدد اللعابية في الثدييات تامة
التكوين ، وتظهر كغدد تكفية ومحت لساقية . وفي حالات كثيرة
لا يحتوى اللعاب على مواد كيميائية نشطة ، ولكن يوجد في كثير من الثدييات
(ومنها الإنسان) وكثير من الطيور وحتى بعض البرمائيات اللاذلية أنزيم
البتيالين الذي قد يمثل حارسا متقدما لجيش الأنزيمات الذي كان مركزا
أصلا في الأجزاء الخلفية للقناة الهضمية .

التسنين

والأسنان - بالرقم بين أنها أجزاء متحركة من المواد الهيكلية للأدمية -
فان من المستطاع مناقشتها على اعتبار أنها من « سكان » التجويف الفمي ،
وهي غير معروفة في الحبليات الدنيا وفي الفقاريات عديمة الفكوك العائشة
منها أو البائدة وذلك بالرغم من أن لدائريات الفم تراكيب قرنية عاملة يمكن
اعتبارها قشورا سنية منحلة . والمعتقد أنه عند ظهور الفكوك نمت الأسنان
في نفس الوقت كتراكيب للقبض ، وبما للامكانيات الواسعة في التغذية التي
تصحب هذه التراكيب أصبح الطريق ممهدا لظهور الفكيات بحالتها
الحاضرة .

مكان السنن وتوحيدها : الأسنان في أبسط صورها (شكل ٢١٠) عبارة من تراكيب مخروطية كتلك التي توجد في كثير من الأسماك والزواحف وفي الجزء الأمامي من المجموعة السنية للثدييات . وعلى كل حال فغالبا ما تظهر أشكال أكثر تعقيدا وخاصة في الأسنان التي يصبح سطحها العلوي عريضا مكونا التاج الذي يستعمل في التكسير والتعطيم . ويوجد بداخل السن تجويف اللب بما فيه من مواد لينية تحتوى على الأوعية الدموية والأعصاب ، كما يوجد عند القاعدة جذر - أو أكثر من جذر - مثبت بقوة في الفك .

إن أغلب مواد السن من المينا والعاج . والمينا - كما توجد في أسنان الثدييات - مادة شديدة الصلابة وذات مظهر لامع تكون طبقة رقيقة فوق



شكل ٢١٠ - قطاعان في أسنان الثدييات - أ - في أحد القواطع ب - في ضرس خلفي (طاحن) (من ويدر) .

سطح السن ويظهر أن المينا لا تتكون في بعض الفقاريات ، ولكن تحل محلها من الناحية الوظيفية طبقة خارجية صلبة من العاج . وتكون هذه المادة الأخيرة كل جسم السن . وبشبه العاج العظم في التركيب الكيماوي ولكنه يختلف عنه في البناء ؛ إذ أن أجسام الخلايا المصاحبة تنحصر في تجويف اللب وترسل نتوءات مستقيمة طويلة إلى العاج من خلال أنابيب عديدة دقيقة ومتوازية تسمى بالقنات . وفي القروش حيث لا توجد الفكوك العظمية تتصلل الأسنان بنسيج ليفي ضام ، وهذا الاتصال اللبني من الصفات المميزة أيضا للتهابين والخطامات « السحالي » . وقد تتصلل الأسنان بارتبط في الأسماك كاملة العظم . وتتصلل الأسنان بوجه عام اتصالا وثيقا

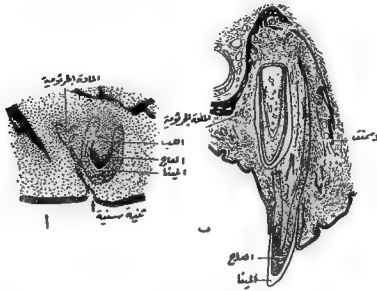


شكل ٢١١ - قطاعات توضيحية في الفك الأسفل للزواحف يسبين
الفروق بين اتصالات الأسنان : أ - أسنان مشفرة . ب - أسنان جانبية
ج - أسنان قميعة .

بالعناصر العظمية الموجودة تحتها ، ويكون هذا الاتصال في أغلب الأحيان عن طريق مادة اسفنجية تشبه العظم تسمى بالأسمنت . وتستقر الأسنان في بعض الأحيان داخل جيوب - حالة الأسنان المشفرة (شكل ٢١١) . وفي حالات أخرى كما في الأسفنيودن ومعظم أسماك كاملة التعظم تكون الأسنان ملتحمة بسطح العظم - أسنان قميعة . وتختلف الحال في كثير من المصايد « السحالي » حيث تتصل السن من جانب واحد بالسطح الداخلي لمظام الفكين وتسمى هذه الحالة بالأسنان الجانبية .

ان العنصر الأساسي في التجهيز السني للفقاريات هو صف واحد من الأسنان على حافة كل من الفكين العلوي والسفلي . وهذه الأسنان - ولو انها تتناقص أحيانا أو تغيب تماما - الا انها توجد في امثلة لكل طائفة من طوائف الفقاريات ذات الفكوك . ولا يقتصر وجود الأسنان على حافات الفكوك فقط ، فقد تنشأ الأسنان أو القشور السنية من الاكتودرم في أية منطقة . وبما ان الفم مبطن بالاكتودرم فمن غير المستغرب أن توجد الأسنان على المظام الأدمية للحنك في مجموعات كثيرة من الفقاريات (ينض النظر من الطيور والثدييات) (راجع شكل ١٥١ ب ، ١٥٢ د) . وقد توجد الأسنان على الأسطح الداخلية للفكوك السفلية في الأسماك العظمية والبرمائيات البائدة ، اما في الأسماك مشععة الزعانف فقد تنشأ الأسنان في البلعوم ؛ إذ ان الاكتودرم يمتد داخل البلعوم في هذه المجموعة من الأسماك .

من المسلم به منذ وقت طويل أن الأسنان والقشور السنية الأدمية لجلد كلب السمك (راجع شكل ٩٧ ، ٢١٦) هي أساساً تراكيب متشابهة من الاكتودرم والأدمة التي تحته . ولذلك يتضح انهما تراكيب



شكل ٢١٢ - قطاعان في الفك الأعلى للتمساح يوضحان تكوين الأسنان في رباعيات القدم الدنيا - أ - الجنين: السن الأولى تتكون، والمواد الجرثومية موجودة في قاعدة الثنية السنية حتى وقت الحاجة - ب - الحيوان اليافع: السن العاملة تتآكل من الجهة الداخلية للجذر حيث توجد السنة التالية ، وهي تمر الآن بعملية التكوين . وتبقى على الدوام المواد الجرثومية المسؤولة عن تنابع الأسنان (عن روز) .

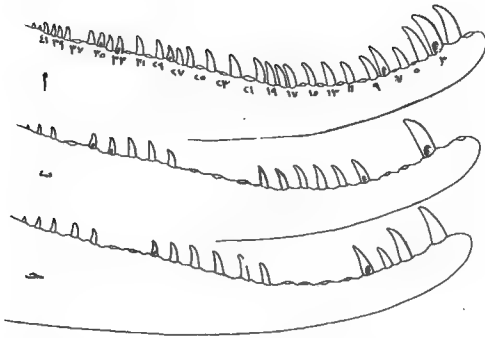
متشابهة . وقد كان المعتقيد أن الأسنان قد نشأت مباشرة من قشور سنية أدمية منفصلة تقع على طول حافات الفم . وتصورنا السائد عن طبيعة الأسماك البدائية بأن لها هيكلًا عظميًا يتطلب تغييرًا في هذه الفكرة . فالقشور السنية في أسماك القرش - كما رأينا - تظهر كأنها تمثل درنات سطحية على الألواح العظمية في أسلاف الأسماك ، وقد ذابت الطبقات الباقية خلال التاريخ التطوري ، ونعتقد كذلك أن الأسنان تمثل مثل هذه الدرنات الأدمية التي تقع على سطح الألواح الموجودة على حافات الفكوك ، وعلى ذلك فمن الممكن أن نستمر في اعتقادنا بأن الأسنان والقشور السنية الأدمية تراكيب متشابهة ولو أن أحدهما لم ينحدر عن الآخر ، إلا أن الاثنين ينتميان إلى أصل مشترك وهو « زينة » سطحية على الألواح العظمية الأدمية للأسلاف الفقارية .

نمو السن واستبدالها : ان طبيعة المينا فقط من الناحية الجنينية هي التي تشجع من الاكثودرم اما بقية السن فاصلها من الميزودرم . وأول دليل

جيني على تكوين السن هو التفاف البشرة الى الداخل . وفي صفوف الأسنان الحافية ينشأ ميزاب بطول الفك يسمى الصفيحة السنية ، وهي التي تنشأ منها بداية الأسنان (شكل ٢١٢) . وإذا كان هناك - كما هو الشأن عادة - تتابع في تكوين الأسنان فإن المادة الجرثومية لا تستعمل مباشرة ، بل بينما تبقى عميقة داخل الفك حيث يتبرعم منها جزء من الأنسجة يتحرك تدريجيا نحو السطح . ومن ثم فبراعم الأسنان هذه من أصل اكتودرمي وعادة ما تكون مخاريط مجوفة تحدد مستقبلا سطح السن ، ويفرز البرعم على سطحه الداخلي ميناء السن ومن هنا يطلق عليه عادة اسم « عضو المينا » . وتتجمع في هذه الأثناء خلايا من أصل ميزنكيمي داخل تجويف عضو المينا تفرز عاج السن ولكن تبقى أجسام خلاياها في تجويف اللب الدائم وتتجمع معها بعض الأوعية الدموية والأعصاب . وباستمرار النمو تتجه السن نحو السطح حتى تبرز أخيرا ، ويكون قد ظهر من المادة الجرثومية برعم أو أكثر مندقما نحو الخارج ليحل محل الذي فوقه .

وفي الثدييات - كما نعلم جيدا - لا يوجد تبادل للأسنان باستثناء تبادل الأسنان الدائمة محل الأسنان اللبنية الموجودة في مقدمة الفم . وتختلف الحال تماما في معظم الفقاريات الأخرى . ولا يعرف الا القليل من استبدال الأسنان الموجودة على الحنك وداخل الفك في كثير من الأسماك والعظمية والبرمائيات والزواحف ، ويظهر أن بعض الإلواح السنية الكبيرة الموجودة في الأسماك المختلفة والزواحف تستبدل قليلا أو لا تستبدل أبدا . ولكن فيما يختص بالبيبة الأسنان التي توجد على حافة الفك في الأسماك والبرمائيات والزواحف فمن الواضح أن استبدالها يستمر طيلة الحياة . وتستمر الأسنان في التكوين داخل أعماق أنسجة الفكوك وتنمو في الحجم وتبرز للخارج وتؤدي وظيفتها ، ثم تسقط عن طريق التآكل عند قواعدها وانفصال اتصالاتها بعناصر الفك ويحل محلها جيل آخر من الأسنان .

وفي كثير من الأسماك والبرمائيات والزواحف تظهر صفوف الأسنان غير منتظمة مع الأسنان القديمة فعلى طول الفك تنتشر الأسنان القديمة والنامية وبلك التي تبرز حديثا بشكل غسيري مرتب (شكل ٢١٣) ولكن هناك في الحقيقة نظاما لهذا التبهر الظاهري ، فإن التبدل يحدث بطريقة هامة تضمن الاستمرار الوظيفي للجهاز السني بالرغم من التجدد المتعدد لكل سن على حدة . فيظهر أن الأسنان وبراعمها تنتظمان في مجموعتين فردية وزوجية في كل صف من الأسنان . وقد يجد المرء في ساحة معينة من الفك على سبيل المثال أن الأسنان الفردية هي التي تقوم بوظيفتها بينما توجد في أماكن الأسنان الزوجية جيوب بداخلها أسنان

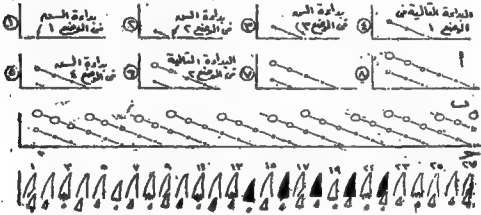


شكل ٢١٣ - السطح الداخلى للفك الأسفل لراحف بدائي متحجر
أوفيساكودون يبين عملية استبدال الأسنان بين المجموع
الفردية والزوجية . وتبدو الفرجات في صف الأسنان غير مرتبة عند النظرة
الأولى ولكن إذا اعتبرنا المجموعتين كلا على حدة كما هو مبين في ب ، ج
لنظهر أن كل مجموعة تحتوى على عدد من موجات التبادل مرتبة بطريقة
متبادلة منتظمة (بعض الأسنان ٣ ، ٨ ، ٢٨ ، ٣٣ ، ٣٥ يظهر بها امتصاص
عند الجذور وهي عند نقطة السقوط) .

جديدة في طور التكوين . ونجد في هذه المنطقة فيما بعد الأسنان الفردية
والزوجية في أماكنها في نفس الوقت ولكن تظهر مظاهر القديم والتآكل على
المجموعة الفردية . وبعد مدة وجيزة تسقط الأسنان الفردية تاركة الأسنان
الزوجية لتقوم بوظيفتها وهلم جرا . وتضمن هذه الظاهرة الرتبة على الأقل
بقاء نصف عدد الأسنان في أية منطقة لتقوم بوظيفتها في أى وقت ، ويتمدد
الموقف نتيجة للأمر الواقع ؛ إذ يظهر أن التجدد يحدث في موجات تتحرك على
طول فمها الفك ، وفي نفس الوقت قد تكون المجموعة الزوجية هي المجموعة
العاملة في بعض مناطق فرع الفك ، بينما المجموعة الفردية هي المجموعة
العاملة في المناطق الأخرى .

ويظهر ان هذا النوع من تبديل الاسنان راجع الى موجات من التأثير تعمل الواحدة تلو الاخرى من مقدمة صف الاسنان وعلى طول جداول من الانسجة التي تربط مجموعات البراعم السنية . ويرجع مظهر التبادل بين الاسنان الزوجية والفردية الى الوقت الذي يفصل بين موجتين متتاليتين .

والموقف المحتمل هو كما يظهر في شكل ٢١٤ ؛ ففي ١ ، ب تمثل الخطوط الانقية الشريط الدائم من الانسجة الذي يربط البلور السنية المتتابعة في كثير من الفقاريات ويمثل الخط الراسي المسافة من مستوى البلور السنية الى سطح الفك . وقد فرعن في ١ (١) ان المؤثر لتكوين السن قد ابتدا من اقصى الجزء الامامى لموضع البلورة ، وان بداية السن (او اصلها - والمائلة في الشكل بنقطة سوداء) قد تكونت . وانتقل المؤثر في ١ (٢) الى المكان



شكل ٢١٤ - اشكال توضيحية (نوقشت في الوصف) تبين طريقة تبادل الاسنان في الفقاريات الدنيا المتتالية (عن آدموند)

التالى وبدأ في تكوين برعم ثان في حين ان السن الجنينية الاولى في الوضع الاول (والمائلة في الشكل بدائرة صغيرة) قد نمت الى حد ما وتحركت الى اعلى قليلا نحو سطح الفم . ويستمر المؤثر في التحرك نحو الخلف منشطا تكوين السن في اماكن متتالية حتى يكون المؤثر الاول في ١ (٨) قد انتج صفا من الاسنان والتي وصلت السنة الاولى منه (والمائلة في الشكل بدائرة كبيرة) الى النضج الكامل . ويظهر في نفس الوقت مؤثر ثان خلف المؤثر الاول ويفصل عنه بمسافة اكثر من جرتومتيه سنتين ثم يبدأ ظهور مؤثر ثالث .

فإذا استمر هذا التتابع ظهر الفك النامي بالصورة المثلثة تخطيطيا
في ب ، وكما نرى في منظر جانبي (ج) . وهنا كما يظهر الوجهة الأولى خليط
من الأسنان الهرمة والبالفة والصغيرة وجراثيم الأسنان من مختلف الأحجام
ولكن النظام الذي تنشأ على أساسه - كما رأينا - بسيط ومنظم . وتوجد
في (جـ) مجموعة من الأسنان المتبادلة التي تظهر بلون أسود ، فنرى هنا
تبادلا بين الأسنان البيضاء والسوداء - أي بين الأسنان الزوجية والفردية -
وهذا يشبه تماما التبادل الموجود في الفك الحقيقي (شكل ٢١٣) . وإذا كانت
المسافة بين المؤثرات تساوي تماما مسافة جرثومتين سنيتين فقد ينتج
تبادل محكم بين أسنان فردية وزوجية على طول الفك . ولكن إذا كان هذا
الزمن أكبر من مسافة سنيتين (كما في المثال الموضح) أو أقل من ذلك
بعض الشيء يبدو الترتيب غير منظم ظاهريا ولو أنه أساسا منظم .

الأسنان في الفقاريات العليا : لا توجد أسنان في الحلييات الدنيا أو

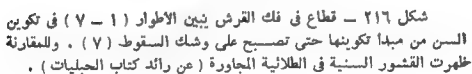
في مصفحات الجلد الحفرية التي يتفقدى معظمها . أو
كان يتفقدى - بطريقة المصفاة ولا في دائريات الغم (حيث اللسان الباشر
المسلح بتراكيب قرنية تشبه الأسنان) . وتوجد الأسنان عامة في كل
الفقاريات ذات الفكوك إلا حيث تختفى كظاهرة ثانوية كما في السلاحف
والطيور الحديثة . وأغلب أنواع الأسنان شيوعا هو النوع المخروطي البسيط
الموجود في أغلب صفيحيات الخياشيم ، ولو أنه قد يتحول أحيانا بظهور تيجان
إضافية أو قد يصبح مسطحا ليعطى شكلا مثلثا . وفي بعض القروش ومعظم
الوراثك والشفانين قد تتفطح الأسنان مكونة آلة للتهشيم تناسب التنفيذ على
الرخويات (شكل ٢١٥) وفي الكيميرا - وهي أيضا من آكلات المحار - يختصر
التسنين إلى زوج من الصفائح المهشمة في كل من الفكين الأعلى والأسفل ،
كما يوجد زوج إضافي من الصفائح العليا الصغيرة (شكل ٢١٧) . ويوجد
ترتيب مشابه في الأسماك الرئوية (شكل ٢١٧ ب) ، فقد فقدت الأسنان
الموجودة على الحافة وأصبح الجهاز السني مكونا أساسيا من أربعة الواح
سنية مركبة على شكل مروحة (بالإضافة إلى زوج علوي إضافي) . وفي
الأسماك شعاعية الزعانف يعتبر الشكل المخروطي للأسنان
بدائيا ، وفي الأسماك كاملة التعظم تكون المادة الشبيهة بالأسمنت
والتي تربط السن بعظم الفك قاعدة سميكة للسن هي أساسا « عظم اتصال »
منفصل (شكل ٢١٨) وفي كثير من الحالات تتصل الإنثياب الكبيرة بالفك



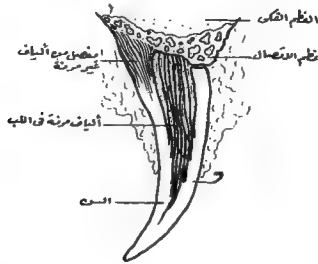
شكل ٢١٥ - الفك السفلي لقرش بدائي معاصر هيتيرودونس (ستراسيون). وهو قرش بوذن جاكسون في ألباسفيك . تختلف الأسنان كثيرا بين أجزاء الفك الأمامية والخلفية وتتكون صفوف من الأسنان المتتابعة من أسفل داخل السطح الداخلي للفك .

بواسطة مفصل مرن ينحني نحو الداخل ليسمح للفريسة بالدخول الى الفم ولكنه يمنعها من الهرب . ويصبح الفك العلوي في الأسماك شعاعية الزعانف العليا عديم الأسنان ، وتختفي الأسنان في بعض الأسماك كاملة التعظم من خافة الفك كلية ويصبح الاعتماد كله على الأسنان الحنكية والبلعومية التي غالباً ما تكون عديدة . وقد كانت بعض الأسماك فصية الزعانف القديمة مميزة بوجود ميلازيب طويلة على الأسنان تمثل انثناءات المينا نحو الداخل بنظام معقد يعطى السن مظهرا كثير التعاريج في القطاع العرضي (شكل ٢١٧ ج ، د) ، وهذا النموذج من الأسنان المميز لفصية الزعانف ممثل في كثير من البرمائيات القديمة ، ولهذا فهو ظاهرة واضحة اعطت اسم « كثيرة التعاريج » للمجموعة التي تمثل أسلاف البرمائيات . وتكون الأسماك صغيرة وبسيطة في تركيبها ، في البرمائيات الحديثة التي تعيش على مواد صغيرة وطرية ، وقد تختفي الأسنان تماما كما في بعض الضفادع ..

والأسنان في أغلب الزواحف من النوع المخروطي البسيط ، وقد كانت أسنان الحنك موجودة في أسلاف الزواحف ، وقد احتفظت بها الأسمينودون والثعابين والمظاءات « السحالي » . ولا توجد مثل هذه



شكل ٢١٧ - أ - منظر ظهري للفك الأسفل للكميرا بين الزوج الكبير من الصفائح السنية العقد الشكل والتي تغطي معظم سطح الفك - ب - منظر مشابه للعناصر العظمية للفكين في السمكة النثرية إيسيراودس بين زوج الصفائح السنية الروحية الشكل . ج - منظر خارجي لسن لها ميزات كثيرة التعاريج المميزة لفصية الزعانف وأسلاف ورباعيات القدم . د - قطاع في مثل هذه السن لظهور الإنشاء العقد لطبقة المينا (خط أسود فقيل) (أ - عن دين ، ب - عن واتسون ، ج - د عن بيسترو) .



شكل ٢١٨ - قطاع في سن من الصف الذي يوجد في كثير من الأسماك كاملة التعظم والذي تلف فيه السن إلى الخلف داخل الفم على مفصلة ليفية (من سكوت وسيمونز) .

الأسنان في التماسيح . وقد فقدت السلاحف أسنانها معتمدة على المنقار القرني بدلا منها . وقد كانت لاسلاف الزواحف أسنان مثبتة في ثغور ضحلة ، وتوجد الأسنان المثقبة المثالية في التماسيح ، والأسنان في أغلب العظاءات « السحالي » من النوع الجانبي . وفي بعض العظاءات « السحالي » (بما في ذلك الحرباء) تكون الأسنان قمية كما في الأسفينوكون . وتتصل الأسنان في الثعابين بنسيج ليفي فقط . وقد كانت للطائر القديم أركبيتركس أسنان ، ولكن في الطيور التي تلتها حل المنقار (مع الحصى الموجودة في القنصة) محل الأسنان في الوظيفة .

ونشاهد في الزواحف المتحجرة الشبيهة بالثدييات مراحل بداية تكوين النوع الثديي من التسنين . فالحيوانات القديمة جدا من هذه المجموعة - هي السمكة بليكوسورس - تبين تكوين أسنان عليا غامدة كبيرة تشبه أنياب الثدييات تفصل القواطع من الأمام عن مجموعة من أسنان الخد (شكل ١١٦٤) ويظهر لكثير من الثيرابسيديا أطوار متقدمة من مراحل تطور التسنين الشبيهة بتسنين الثدييات .

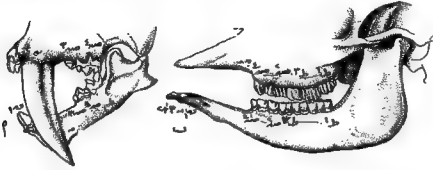
التسنين في الثدييات : تشد أكثر الثدييات الحية بدائية - وهي الثدييات وحيدة المخرج - في أنها تفتقر إلى الأسنان في الحيوان اليافع ويوجد



شكل ٢١٩ - منظر جانبي أسن للسنين عموما في حيوان ثديي مشيمي
يبين في أ - السنين المستديم ، في ب - الأسنان المتساقطة ، ن . م : ناب
متساقط ، ق . م : قواطع متساقطة ، ص . ل : ضروس لبنية
(ضروس أمامية متساقطة) .

المنقص في الأسنان أو اختفاؤها في كثير من الأنواع المختلفة ، وعلى الأخص
في آكلات النمل وقياطيس البالين . ومع ذلك فإن القاعدة العامة أن للثدييات
مجموعة حافية من الأسنان القصيرة في كل نصف فك ، والتي يمكن تمييز
أربعة أنواع منها من الأمام إلى الخلف (شكل ٢١٩ أ) . ففي أقصى الأمام
توجد القواطع ، وهي أسنان قارضة على هيئة مخروط بسيط أو إزميلية الشكل .
ويلى ذلك ناب واحدة وهي أصلا حادة طويلة مدببة . وتلى الناب مجموعة
من أسنان الخد حيث يتكون في كل منها سطح طاحن على التاج . وأسنان
الخد الأمامية تسمى بالضرورس الأمامية (الضواحك) والخلفيصة تسمى
بالضرورس الخلفية (الطواحن) . وتتميز الضرورس الخلفية بأنها لا تسبقها
أسنان لبنية في الحيوانات الصغيرة . وزيادة على ذلك فهي غالبا أكبر حجما ،
ولها تاج أكثر نموا من تاج الضرورس الأمامية . وفي الثدييات الحفرية الأولى
يختلف عدد الأسنان في الفصائل المختلفة ، وغالبا ما يكون هذا العدد كبيرا .
وفي المشيميات البدائية يصل هذا العدد إلى ثلاثة قواطع وناب واحدة وأربع
ضرورس أمامية وثلاث ضرورس خلفية في نصف كل فك .

وهناك صيغة بسيطة لتسمية ضرورس المشيميات وليبان عدد الأسنان
في أي نوع منها . فالحروف الهجائية ق ، ن ، ض ، ط مشفوعة برقم في
وضع علوي أو سفلي تحدد أية سن في المعادلة الأصلية للحيوان المشيمي ؛
فمثلا ١ تشير إلى القاطع العلوي الأمامي الأول ، و ط ٣ تشير إلى الضرس
الخلفية الأخيرة . ويمكن وضع عدد الأسنان في كل نوع من المجموعة السنية
لأي حيوان ثديي في معادلة سنية واضحة وموجزة . فالمعادلة السنية



شكل ٢٢٠ - صنفان خاضان من أسنان الثدييات أ - إحدى القطيات ب - البقرة . (فيما يختص بالقطيات السنة البائدة الشبيهة بالسيف في نهاية نموها) في القطيات التسنين مختصر جدا إذ توجد قواطع بسيطة وناب سفلي (مختبيء في الشكل) والناب العلوي الشبيه بالسيف ، في الخد يبقى القليل إلا أسنان اللحم (ص ٤) .

وفي المجترات تتسع أسنان الخد لتكون سطحا طاحنا وتفصلها عن أسنان القرض فرجة - وتتكون أسنان القرض هنا من القواطع السفلية وناب فقط وهي تعمل ضد وسادة قزنية في الفك الأعلى .

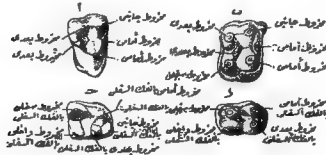
$\frac{3}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{3}{3}$ تنسب إلى المعادلة الأصلية للحيوان المشيمي البدائي في كل من جانبي الفك العلوي والسفلي (وعدد القواطع والأنياب والضروس الأمامية والضروس الخلفية معبر عنها بأرقام متتالية) . والعدد الكلي للأسنان الموجودة في فم مثل هذا الحيوان هو أربع وأربعون، والمعادلة السنية للإنسان هي $\frac{2}{2}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{4}{4}$ $\frac{2}{2}$ ويعني هذا أننا فقدنا قاطعا واحدا وضرسين أماميين في كل نصف فك ، وأن عدد أسناننا قد اختصر إلى اثنين وثلاثين .

وتبقى القواطع في معظم مجموعات الثدييات ، ولو أن الحيوانات المعيرة - على سبيل المثال - قد فقدت قواطعها العلوية وهي تنفذي على الأعشاب بقضمها بين القواطع السفلية واللثة . وأنياب الفيل عبارة عن قواطع علوية وقد كبرت جدا . وينمو في بعض القوارض زوج من القواطع العلوية والسفلية للقرض والنحت . وتنمو هذه القواطع بصفة مستمرة عند جذورها كلما تأكلت قممها . وتوجد الأنياب دائما في الحيوانات آكلات اللحوم ، وتصل إلى أقصى حد لها في النمر « المسيف السن » البائد (شكل ٢٢٠ ل) . وفي الثدييات غير المفترسة قد تبقى الأنياب كاسلحة دفاعية ، أو

لاستعمالها وقت التزاوج في الذكور ، ولكنها تكون عادة صغيرة ، وغالبا ما تكون غير موجودة .

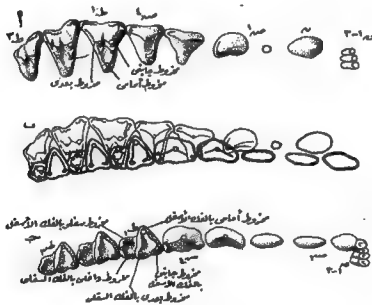
ولأسنان الخد تاريخ مختلف ؛ ففي آكلات اللحوم حيث يقل مضغ الطعام تميل أسنان الخد غالبا الى التناقص في العدد ، وفي الحجم ماعدا في اغلب آكلات اللحوم البرية حيث يتخصص زوج واحد على كل جانب كأسنان للقطع ويسمى بأسنان اللحم (شكل ٢٢٠) . اما في آكلات الأعشاب من ناحية أخرى فتبقى أسنان الخد عادة (باستثناء غياب الضرس الامامية الاولى في اغلب الأحيان) وتنمو كجهاز طاحن ذي كفاية ينفصل دائما عن الأسنان الحاصدة بمسافة توجد في صف الأسنان تسمى بالفرجة .

ويتكون على تيجان أسنان الخد في الثدييات - وبالأخص الضروس الخلفية - نظام معتقد من التلويحات ذو أهمية خاصة في تشخيص القرابة بين هذه الحيوانات ، ولذا فقد درس علماء التقسيم والحفريات والأجناس هذه النظم بالتفصيل . وسوف يشار هنا فقط الى النظم الأساسية لأنواع الضروس الخلفية كما هو موجود في الثدييات المشيمية (شكل ٢٢١ ، ٢٢٢) .



شكل ٢٢١ - شكل توضيحي لنظام الضروس الخلفية في الثدييات المشيمية . في كل الحالات الحافة الخارجية للسن هي العليا وعلى الجهة اليمنى الحافة الامامية . أ - الضرس الخلفية العلوية اليمنى في صورة بدائية . ب - نفس الصنف الذي أصبحت فيه السن مربعة بإضافة مخروط سفلي على ظهر الركن الداخلي . ج - الضرس الخلفية السفلي اليسرى . لحيوان بدائي مع وجود خمسين نتوءات د - نفس الصنف وقد أصبحت السن مربعة بفقد مخروط جانبي .

وتسمية هذه التلوات سهل ؛ فكل واحد منها يسمى مخروطاً ، والتلوة الصغيرة يسمى مخروطاً صغيراً (مخروط) ، والوجود منها في الفك الأسفل يضاف اليه رمز الفك الأسفل (س) ، والنظام المثالي للتلوات وتسمية كل منها موضح في شكل ٢٢١ . والتاريخ الحفري القديم لنظام الأسنان غير معروف تماماً ، كما أن بعض الحقائق غير واضحة ، ولكن في التسميات البدائية عامة كانت الضروس الخلفية العلوية مثلثة الشكل ، وكان لها ثلاثة تلوات كبيرة ، واحد على القمة الداخلية واثنان على القاعدة الخارجية . والمعتقد أن أسنان الفك السفلي كانت أصلاً مثلثات متشابهة (ولكن بقواعد داخلية وقمم خارجية) مع ثلاثة تلوات متشابهة لها أسماء تشبه تلك التي في الفك العلوي .



شكل ٢٢٢ - شكل توضيحي للأسنان في حيوان مشيمي بدائي
(يعتمد على أكل الحشرات الديبديلفودس من العصر الأيوسيني)
أ - منظر التاج للأسنان العلوية اليمنى ج - منظر للأسنان السفلية اليسرى
وفي الوسط - ب - الأسنان موضوعة في تطابق . الحدود الخارجية للأسنان
السفلية (خطوط ثقيلة) منطبقة على الحدود الخارجية للأسنان العلوية
(من جريجوري) .

ومع ذلك فإن هذه الأسنان - عند قفل الفكين - لا يقابل بعضها بعضا ولكنها تكون في وضع متبادل ، وللوصول الى كفاءة وظيفية أكبر أنتجت

كل ضرس خلفية سفلى كما به نتوءان اضافيان تنطبق عليه قمة الضرس الخلفية العلوية المثلثة (كما يرى في شكل ٢٢٢ ب) ، ويشاهد في شكل ٢٢١ ج هذا الصنف من الضروس الخلفية السفلية ، وهو الوجود فعلا في المشيميات البدائية . وهناك خطوة أخرى في تكوين الضروس الخلفية بخطوها كثير من الحيوانات آكلات العشب أو ذوات الاكل المختلط ، وهى أن الطواحن العلوية والسفلية « تتربع » الى مستطيلات كما يرى في شكل ٢٢١ ب ، د . وكما يرى في الشكل يتم الوصول الى هذه الحالة في الإنسان العلوية باضافة نتوء رابع كبير في ظهر الركن الداخلى ، أما في الإنسان السفلية فيتم ذلك بفقد واحد من النتوءات الثلاثة الأصلية ، وفي أى من الحالات تنتج سن لها أربعة نتوءات كبيرة .

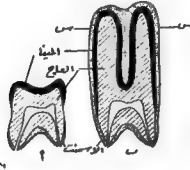
وكانت هذه النتوءات في بادئ الامر مدببة حادة ، وهذا بالطبع ليس له تأثير فعال في أغراض المضغ . وفي ذوات الاكل المختلط (مثل الإنسان والخنزير) تبيل هذه النتوءات لأن تصبح درنية الشكل — دونية التسنين وقد تتصل النتوءات في كثير من المجترات لتكون حافات ، ومن ثم فهي حافة التسنين ، أو قد يتخذ كل نتوء بعفره شكلا هلاليا ، وتسمى عندئذ هلالية التسنين (شكل ٢٢٣) .

ويؤدى الرعى الى مشكلة هامة للحيوان المجتر ؛ لأن العشب صلب ، وتؤدى المواد الصلبة الى تآكل الأسنان ذات التيجان المنخفضة حتى تصل الى جذورها في وقت قصير . ولهذه الحقيقة نجد أن الحيوانات مثل الخيل والماشية قد تكونت لها تيجان عالية ، ويسمى هذا الصنف العالى التسنين (شكل ١٢٢٤) . ويستطيع الإنسان أن يتصور تكوين أسنان عالية التيجان باستطالة الكتلة المثلثة بالعاج في جسم السن تاركة النتوءات في شكلها الاصلى على السطح الطاحن . وهذا هو ما حدث فعلا في بعض الثدييات الحفرية المبكرة ، ولكن اثبتت مثل هذه الأسنان عدم قدرتها ، وذلك لأنه عند تآكل المينا الصلبة يقع حمل التآكل بعد ذلك على العاج الأقل صلابة ، وقد كونت الحيوانات الناجحة أسنانا عالية بطريقة أخرى ؛ اذ يتكون الارتفاع في كل نتوء أو بروز كما تبني ناطحات السحاب ، وتلتحم هذه القمم الرفيعة بعضها ببعض بنمو الأسمنت فوق السطح الكلى للسن وهى لا تزال موجودة تحت اللثة . وعندما يحدث التآكل فإنه يحدث



شكل ٢٢٣ - أشكال تيجان الضروس الخلفية . أ - الخريت . ب - الحصان ج - الثور . وذلك لظهور أنواع النتوءات المختلفة بالمساحات البيضاء هي الأسطح المتآكلة مظهرة التاج . الخط الأسود الذي يحيط بالأبيض هو الحد المتآكل من المينا . المساحات المظلمة تمثل الفطاء الاسمنتية أو الأسطح غير المتآكلة .

أ - نوع بسيط لحافة التسنين بحافة خارجية (أعلى) وحيدتين متصلتين . ويتم تكوين هذا الصنف باتصال البروزين الموضحين في شكل ٢٢١ ب ويمكن تتبع ذلك بسهولة . ب - حالة الحصان حيث يتكون من نفس النظام شكل آخر أكثر تعقيدا يظهر فيه النظام البدائي للتسنين الحاقى . نجت مظهر التسنين الهلالى المميز للمجترات ، فكل واحدة من النتوءات الأربع الاسابية تأخذ شكلا هلاليا .



شكل ٢٢٤ - أشكال توضيحية لتكوين الأسنان العالية
أ - سن عادية منخفضة التاج (قارن شكل ٢١٠) ب - سن عالية وقد ارتفعت النتوءات. والكل مغطى بالاسمنت . وعند تآكل سن كهذه لاي مستوى مثل هذا المميز بالحرفين س - س - فلا تكون هناك أقل من سبع طبقات متتالية من المواد التباينة موجودة على سطح التاج .



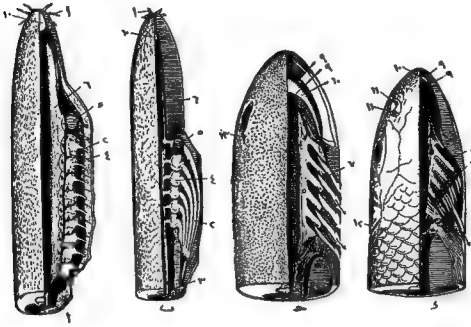
شكل ٢٢٥ - شكل توضيحي للتسنين الدائم في الثدييات ، الأسنان اليسرى العلوية لحيوان ثديي مشيمي عام . (١) مجموعة كاملة من القواطع حتى الضروس الخلفية ، كل هذه ما عدا الضروس الخلفية تسقط (كما هو مبين بالنقط) . وتتكون المجموعة الثانية للأسنان في (٢) ولكنها لا تكون أبدا ضروسا خلفية ، وبذلك يشمل التسنين الدائم أجزاء من مجموعتي الأسنان (قارن شكل ٢١٩) .

في طبقات صلبة معقدة من طبقات تتكون من كل مواد السن ، وهي : العاج ، والمينا ، والأسمنت .

الخياشيم

البلعوم هو جزء صغير هام من القناة الهضمية في طوائف الفقاريات العليا . فهو مجرد منطقة صغيرة تصل بين الفم والمريء ، وفيها يفتح الممرات إلى الجهاز الرئوي من السطح البطني ، وتؤدي قناة إيتاكبوس إلى تجاويف الأذن المتوسطة من السطح الظهري (شكل ٢٠٩) . والبلعوم في الثدييات هو المكان الذي تتقاطع فيه ممرات الهواء والفداء بطريقة مركبة وحيث تتجمع كتل من الأنسجة اللحمية المسماة باللوز . ولكن من الوجهة التاريخية لنشأة النوع ونشأة الفرد يمثل البلعوم منطقة غاية في الأهمية ، فهو المكان الذي تتكون فيه الجيوب الخيشومية التي هي الأساس في تركيب الأجهزة التنفسية في طوائف الفقاريات الدنيا ، ولا يزال ذا أهمية في قصة النمو في المجموعات العليا .

وفي الحيوانات الصغيرة ذات الجلد النفاذ يمكن الحصول على كمية كافية من الأكسجين عن طريق تبادل الغازات من خلال الجلد . ولكل في الأنواع الأكبر حجما حيث تصبح مساحة الجلد غير كافية لإمداد الحيوان بحاجته من الأكسجين ، وكذلك في الأنواع التي لها جلد غير نفاذ نسبيا يحتاج الأمر إلى تراكيب تنفسية خاصة - الخياشيم - تتكون بطرق مختلفة

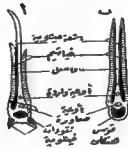


شكل ٢٢٦ - رؤوس أسماك مختلفة تبين ترتيب الخياشيم .

١ - الجريث المخاطي « بدالوستوما » . ب - الجريث « ميجرين » .
ج - القرش . د - سمكة تليوست : النصف الأيمن لكل بلعوم مقطوع في
مستوى أفقى .

١ - الشوالب حول الفم ٢ - قنوات من الجيوب الخيشومية
٣ - الفتحة الخارجية المشتركة للجيوب الخيشومية ٤ - أكياس خيشومية
٥ - أكياس مفتوحة تبين الثنيات الداخلية للخيشوم ٦ - المعى (البلعوم)
٧ - قوس خيشومية مقطوعة ٨ - نتوءات خيشومية ٩ - الفكين الأعلى
والأسفل ١٠ - الفم ١١ - الفتحتين الأمامية والخلفية للفرقة الأنفية -
١٢ - غطاء الخياشيم ١٣ - فتحة شبه الخيشوم (من دين)

في الحيوانات اللافقارية . وهى تأخذ شكل خياشيم داخلية في الفقاريات
واتاربيها القريبة من الحلقات كما رأينا ، وهذه الخياشيم الداخلية عبارة
عن تراكيب تنفسية توجد في مجموعات من الفتحات أو الجيوب التي تؤدي
من منطقة البلعوم الى سطح الجسم ، ويعتبر البلعوم كمركز لنشأة هذه
الفتحات جزئاً تام التكوين وهاماً جداً من القناة الهضمية في أقسام الفقاريات
الذنية .



جهاز الخياشيم في أسماك القرش : يرى في أسماك القرش تكوين مميز للجهاز الخيشومي (شكل ٢٢٦ ج) . وفي كل من جانبي البلعوم الطويل توجد مجموعة من الفتحات تؤدي الى الخارج على سطح الجسم . ويوجد غالباً في أمام زوج من الفتحات الصغيرة المتخصصة تسمى فتحات شبيهة الخيشوم أو التنفس (سوف يوصف فيما بعد) وتوجد خلفها كل على جانب فتحات الخياشيم المثالية وعددها خمس في معظم أسماك القرش (ست أو سبع في حالات خاصة قليلة) . وتوجد داخل هذه الشقوق الأعضاء التنفسية أي الخياشيم . ويمر الماء الى البلعوم عن طريق القم ثم الى الخارج عبر الشقوق الخيشومية ، ويتم التبادل التنفسي في أثناء مروره على سطح الخياشيم . وتطلق كلمة أقواس خيشومية (١) على الأنسجة الموجودة

(١) يوجد هنا مصدر للخلط ؛ لأن كلمة قوس تستعمل عادة في ثلاثة معان مختلفة فيما يختص بمنطقة الخياشيم . فقد تشير إلى مجموعات العوارض التي تكون هيكل كل منطقة خشومية كما في الفصل السابع ، وقد تستعمل الكلمة أيضا في وصف الأوعية الدموية الشريانية (الأهرية) التي تعبر كل خشوم (راجع الفصل ١٤) ، وفي هذا الباب تستعمل هذه الكلمة في معنى أوسع لتصف مجموعة التراكيب التي تقع بين كل فتحتين خشوميتين متتاليتين .

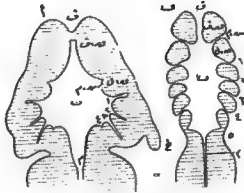
بين الفتحات المتتالية ، والمنطقة بين الغم وفتحة شبه الخيشوم والفتحة الخيشومية العادية الأولى تسمى للقوس اللامية ، أما الأقواس الخيشومية الخلفية فيشار إليها عادة بالأرقام .

وتتضمن كل قوس خيشومية مجموعة من التراكيب المميزة (شكل ١٢٢٧) ، وقد وصفنا فيما سبق العناصر الهيكلية التي تتضمن العوارض الخيشومية والنتوءات الخيشومية والأشعة الخيشومية . وتوجد بالإضافة الى كل هذا العضلات الخيشومية والأقواس الدموية ويوجد لكل خيشوم عصب مخي خاص أو فرع من عصب (راجع شكل ٣٧٤ ، ٣٧٥) . ويدعم كل خيشوم حاجز خيشومي من النسيج الضام يمتد نحو الخارج في القروش حيث يصبح جزءه الخارجى ثنية جلدية تغطي وتحمي الخيشوم الذي يليها من الخلف . والخيشوم نفسه تركيب غني بالشعيرات الدموية المغطاء بنسيج طلائي رقيق ينشئ الى صفائح خيشومية كثيرة ومتوازية .

وقد نشأ الخيشوم على كل جانب من جانبي الفتحة الخيشومية . أو بمعنى آخر على كل سطح من سطحي القوس الخيشومية (شكل ١٢٢٩) . وفي معظم الحالات تحمل القروش خيشوما على كل من سطحيها ، وبذا تعتبر خيشوما كاملا . وفي حالات اقل شيوها في الأسماك قد يتكون الخيشوم على سطح واحد للقوس الخيشومية ويسمى عندئذ نصف خيشوم . ولا توجد غالبا قوس دموية خلف الفتحة الخيشومية الأخيرة ، وبالتالي لا يوجد أي تكوين خيشومي على السطح الخلفي لهذه الفتحة الخيشومية الأخيرة . وتحمل كل الفتحات الخيشومية المتتالية الأخرى في القروش خياشيم على كل من سطحيها . وباصطلاحات الخياشيم (وليست الفتحات) توجد أربعة خياشيم كاملة .

ولا يوجد أي تكوين خيشومي على الجانب الخلفي لفتحة شبه الخيشوم ولهذا فإن القوس اللامية التي تقع خلفها عبارة عن نصف خيشوم .

والمتنفس (فتحة شبه الخيشوم) عبارة عن فتحة خيشومية صغيرة تقع بين القوسين الثانية واللامية ، ومن المفروض أن هذه الفتحة كانت فتحة خيشومية كاملة النمو في النماذج السلفية . ولكن في جميع الفقاريات ذات القروش التي تعيش الآن يتحرك الفك اللامي - كما رأينا - ليتصل مع مفصل الفك ، وبالتالي فإن تكوين أية فتحة بين القوسين الثانية واللامية

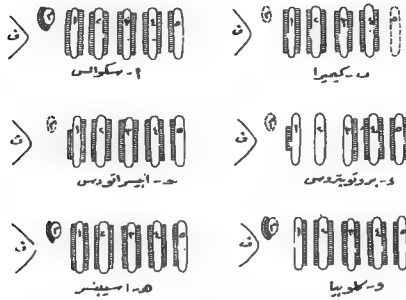


شكل ٢٢٨ - قطاعان أفقيان في منطقة الرأس والبلوم في أجنة :

١ - الضفدعة (رانا) و ب - إحدى الأسماك صفيحية الخياشيم
لايضاح تكوين الجيوب الخيشومية . في أ - تتكون الجيوب كشقوق ضيقة
ولم تفتح بعد على السطح (الفم مغلق أيضا) . في ب - كل الشقوق مفتوحة
ما عدا الأخير . م - المرء خ - الخيشوم الخارجى يتكون . ق . ل - القوس
اللامى . ف - الفم . ق . ف - القوس الفكى . ب - بلوم ش . م -
شق التنفس من ١ - ه الفتحات الخيشومية خلف التنفس .

يصبح متعلدا . والتنفس في حالته الضامرة في القروش يحمل خيشوما
سفيرا على حافته الأمامية . ومع كل فان الدم الذى يصل اليه يأتى من
الخيشوم الذى يليه من الخلف حيث يكون قد سبقت تهويته . ولذا ينظر
الى خيشوم التنفس على انه خيشوم كاذب ، وفي القوابع والورائك تكبر
فتحة التنفس ويصبح وجودها مفيدا لأن هذه الأسماك تعيش على الساع
حيث يكون الفم في أكثر الأوقات مدفونا في الطين أو الرمل ، وبذا يعمل
التنفس كمكان بديل لدخول تيار الماء .

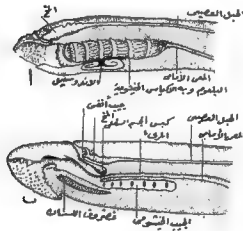
تنشأ الفتحات الخيشومية في صفيحية الخياشيم من الوجهة الجنينية
بطريقة مميزة للفقاريات (شكل ٢٢٨ ب) . ففى أثناء النمو المبكر يندفع
الى الخارج من البطانة الاندودرمية لمنطقة البلوم زوج من الجيوب يلتحم مع
الاكتودرم السطحى المنثنى الى الداخل . وعندئذ تتلاشى الأغشية التى بينهما
وتتحد الطبقتان البطانيتان لتكونا بطانة متصلة للفتحات الخيشومية ثم تتصل
بعد ذلك بالأغشية الجنينية ذات الثنيات . وفي أغلب الحالات يكون الجزء
الاكتودرمى للبطانة منسجولا عن تكوين التراكيب الخيشومية . وتتكون
الجيوب الخيشومية في مجموعات طولية مزدوجة . وهى مسئولة أساسا



شكل ٢٢٩ - أشكال توضيحية لترتيب الخياشيم . ١ - القزشن . ٢ - كيمبرا . ٣ - السمكة الرؤوية الأسترالية « أيسيراودوس » د - السمكة الرؤوية الأفريقية « بروتوبترس » . هـ - سمكة سترجيون . و - سمكة كاملة التمثيل (الرنجة) . الخطوط المتقطعة تدل على فتحة مغلقة . المنطقة المخططة التي تجاور الفتحة الخيشومية تدل على سطح الخيشوم . الخط الرأسى داخل المنطقة المخططة يدل على الخيشوم الكاذب . وجود سطح خيشومى فى الجانب الخلفى للفتحة الأخيرة فى بروتوبترس حالة وحيدة . ف - فم . م - متنفس . الفتحات الخيشومية بعد المتنفس تدل عليها الأرقام .

من التنظيم القطعى للأعصاب والتراكيب الهيكلية المرافقة . وقد حاول الكثير من الباحث ان يرجعوا التنظيم القطعى للخياشيم لنظرية فى القطع العضلية والعناصر الهيكلية والعصبية المرافقة لها . وعلى كل فليس هناك دليل قاطع على أية علاقة حقيقية بين التنظيم القطعى فى الاثنين (قارن شكل ١٧٩) .

وتفتح الفتحات الخيشومية فى صفيحة الخياشيم مباشرة ومستقلة على السطح ، ولكن فى الكيمبرا التى تنتمى إليها تنمو ثنية من الجلد يتكون منها غطاء للخياشيم التى تنمو الى الخلف من نقطة خلف الفكين لتغطى وتحمى المجموعات الخيشومية . وتجب الإشارة هنا الى أن الكيمبرا (أشكال



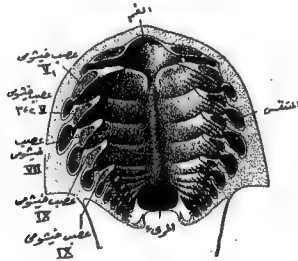
شكل ٢٣٠ - صفيحتان خيشوميتان من خيشوم ثعبان السمك .
الخلايا الكبيرة عند قاعدة الصفيحة هي الخلايا المفرزة للملح .
(عن كيز وويلمر)

شكل ٢٣١ - قطاع طولى فى ١ - بركة الأموسيتيس للجلىسكى . ب -
الجلىسكى اليابغ لظهار انقسام البلعوم الى جزئين . الاندوستيل فى البرقة
يصبح الغدة الدرقية فى الحيوان اليابغ (لا تظهر هنا) (عن جودريش)

٢٢. ج ٢٤ ، ٢٢٩ ب) تختلف عن أسماك القرش من وجهتين أخريين ، فقد اختفت فتحة التنفس (كما يحدث في قليل من أسماك القرش) كما أفلقت الفتحة الخيشومية الأخيرة .

الخياشيم في الأسماك عديمة الفكوك - أصل الخياشيم : إذا انحدرنا في السلم التطوري من أسماك القرش نجد أن الخياشيم في الجلكى والجريشات (أشكال ١٢٢٦ ، ب) متساوية في تمام تكوينها ولكنها تتكون بطريقة مختلفة تماما .

فالممرات الخيشومية ليست شقوقا ، بل جيوبا دائرية تتصل من جهة بالبلعوم ، ومن جهة أخرى بالخارج بواسطة فتحات ضيقة . وتكون الصفائح الخيشومية في الحيوانات البالغة حلقة كاملة على كل جانب . كما يوجد تنظيم عضلى تام للتكوين يجعل الأكياس تعمل كالمضخة ، وهكذا يمكن



شكل ٢٢٢ - منظر أميد لأصله الذى كان عليه لمنطقة البلعوم في مصفحات الجلد *Ostracoderms* في العصر السيلورى المتأخر من نوع سيفالاسبيد *Cephalaspid* . ترى الرأس من أسفل بعد إزالة عظام الزور . (ارجع لشكل ١٩ ب ص) الفم صغير جدا والبلعوم تركيبه متسع للتفدية بالترشيح $V_1, V_2, V_3, VII, IX, X$ قطاعات في الأعصاب الخيشومية المتصلة بالخياشيم المتتابعة (راجع شكل ٣٧٤) . يوجد جيبان خيشوميان أمام ذلك الذى يظهر أنه يمثل التنفس (عن استنسيو) .

للماء أن يندفع الى الداخل من خلال الأنابيب الخارجية ثم يطرده من الأكياس ثمانية الى الخارج ، وبهذا تستطيع الخياشيم أن تقوم بوظيفتها حتى وإن كان قم الحيوان ممسكا بفريسته . كما توجد أجهزة أخرى تساعد على التنفسية والتنفس في نفس الوقت في كل من البطكي والجريثات . فعلى البطكي البالغ ينقسم البلوم الى أنبوبتي قناة ظهرية صغيرة تؤدي مباشرة من القم الى المريء في الخلف . أما المعر الى الخياشيم فانه يقع في كيس بلعومي بطنى اكبر ينتهى بنهاية أهورية عند طرفه الخلفى . ويوجد في الجريثات جهاز غريب مماثل ؛ إذ أن الفتحة الأنفية المقترنة بالجيب النخامى تفتح في سقف البلوم من الخلف .

ونجد في معظم دائريات القم عددا من الجيوب الخيشومية أكثر من العدد العادى فى الفكيات التى تحتوى على خمس فتحات خيشومية بالإضافة الى التنفس . فلبطكى سبعة أزواج من الجيوب ، أما الجريثات فلها من ستة الى أربعة عشر زوجا ، كما يختلف العدد فى الفتحات الخارجية أيضا . فعلى البطكى والجريث المخاطى « بدلوستوما » يفتح كل جيب خيشومى الى الخارج بفتحة مستقلة . أما فى الجريث العادى — ميجزين — فعلى العكس من ذلك تتحد خارجيا كل مجموعة من الأنابيب علم كل جانب من جانبي الرأس لتفتح بفتحة خارجية واحدة .

تمضى يرقة الأموسيتس لبطكى البحر — التى تكلمنا عنها — حياتها نصف مدونة فى طمى الجداول ، وتنغذى على المواد الضلالية الدقيقة التى تجمعها من الماء الذى يمر خلال البلوم والخياشيم بطريقة تشبه تلك التى رآيناها فى السهم والغلايات . ومن الواضح هنا أن وظيفة الجهاز الخيشومى فى جمع الغذاء أكثر أهمية من الوظيفة التنفسية التى يمكن أن يقوم بها الجلد فى هذه الحيوانات الصغيرة . وهذا الوضع يؤيد الحقائق التى شرحت فى الفصل الثانى ؛ وهى أن جمع الغذاء كان الهدف الأول للجهاز الخيشومى ، أما التنفس فقد كان فى البداية وظيفة إضافية .

ويوجد دليل آخر على أن جمع الغذاء كان هو الوظيفة الكبرى للجهاز الخيشومى — لا فى أسلافها من الحبليات الدنيا فقط ولكن أيضا فى أسلافها من الفقاريات الحقيقية . ويمكن استنتاج هذا الدليل من دراسة الفقاريات الأكثر قدما ، وهى مصفحات الجلد المتحجرة (أشكال ١٨ ، ١٩) .

وفي مثل هذه الأنواع مثل السيفالاسبيدس شكل (٢٣٢) كان الفم صغيرا جدا وكما يظهر كان بدون وسائل هجومية لجمع الغذاء ، ولكن احتلت الجيوب الخيشومية (وعددها هنا عشرة) غرفة كبيرة على السطح السفلى لمنطقة الرأس ، كما يظهر أكبر من أن تكون خاصة بعملية التنفس فقط . ومن الواضح أن هذه القياسات الأوائل كانت لا تزال تتغذى بطريقة الترشيع ، وانها لم تكن حتى ظهور الفكوك (أو ما يحل محلها في دائريات الفم) قد تركت هذه الطريقة في التغذية ، وأن الخياشيم قد اتخذت وظيفتها التنفسية فقط .

البلعوم والخياشيم في الأسماك العظمية ورباعيات القمم :
الخياشيم في الأسماك العظمية (شكل ٢٢٦ د) تشبه أساسا تلك الموجودة في القروش . غير أن هناك اختلافات متعددة ترجع جزئيا إلى حقيقة وجود غطاء للخياشيم تام النمو في كل أفراد هذه الطائفة من الأسماك ، وهو هنا (عكس الكيميرا) ملصق بالواح عظيمة (أشكال ١٠٨ ، ١٨١ ، ١٥٧) وتوجد تحت غطاء الخياشيم غرفة خيشومية كبيرة . وتتم قلبية التنفس في القروش بواسطة :

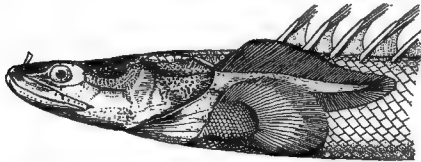
(١) اتساع البلعوم والفتحات الخيشومية مغلقة والفم مفتوح مما يؤدي إلى سحب كمية من الماء إلى الداخل و (٢) انقباض البلعوم والفم مغلقة فيندفع الماء إلى الخارج من الفتحات الخيشومية المفتوحة مارا بالخياشيم . والعملية مشابهة لذلك في معظم الأسماك العظمية ، إلا أن فتحة غطاء الخياشيم هي التي تفلق وتفتح وليست الفتحات الخيشومية نفسها . ولما كانت منطقة الخياشيم يحميها غطاء الخياشيم فإن نمو الحاجر الخيشومي الشبيه بالمصراع والموجود في سمك القرش يقل في الأسماك العظمية (شكل ٢٢٧ ب) .

وتوجد مادة في الأسماك كاملة التعظم خمسة أزواج من الفتحات الخيشومية التالية كما هي الحال في القروش . ولكن غالبا ما توجد حالات شاذة . فقد يكون هناك ميل إلى نقص عدد الخياشيم الموجودة (شكل ٢٢٩ ج - و) . ففي الأسماك كاملة التعظم مثلا لا تنمو خياشيم على الحافة الأمامية للفتحة الخيشومية الأولى ، وتتناقص الخياشيم كثيرا في الأسماك الرئوية الأقرينية وتلك الموجودة في أمريكا الجنوبية . ويمكن الاستدلال على

أن فتحة التنفس كانت موجودة في الأسماك العظمية البدائية بوجودها في الأنواع الأكثر بدائية المشععة الزعانف مثل البوليتروس وستيرجون وسماك الجنداف وفتحة التنفس معقودة في كل الأسماك العظمية التي تعيش الآن ، ولو أنه قد يوجد (وذلك مما يدعو للفرابة) خيشوم صغير حيث أن وجود تركيز عال جدا من الملح يضر الحيوان (قارن الفصل ١٢ والشكل ٢٥٦ والفصل ١٣) .

وتوجد لخياشيم الأسماك كاملة التعظم وظائف افرازية ، كما أن لها وظائف تنفسية . ويظهر أن الخلايا القدية للأغشية الخيشومية (شكل ٢٣٠) تفرز مواداً آزوتية مسرفة بكلمة بذلك عمل الكليتين . ولهذه الخلايا في الأسماك كاملة التعظم البحرية وظيفة هامة وهي قدرتها على افراز الملح ، وبذلك تساعد الكليتين كثيراً في المحافظة على وجود وسط داخلي مناسب حيث أن وجود تركيز عال جداً من الملح يضر الحيوان (قارن صفحات ٢٦٨ - ٢٧٩) .

وتوجد في يرقات قليل من الأسماك - البوليتروس والأسماك الرئوية الأفريقية وتلك الموجودة في أمريكا الجنوبية - وفي أغلب البرمائيات كذلك أعضاء تنفسية إضافية على شكل خياشيم خارجية . وهذه الخياشيم كما ترى في الأسماك المشار إليها (شكل ٢٣٣) وفي البرمائيات الدالية عبارة عن نتوءات ريشية عددها من واحد إلى أربعة ، وتنمو من جانب منطقة « الرقبة » فوق الخياشيم حيث يميل لونها إلى الحمرة في أثناء الحياة ، وذلك لوجود إمداد دموي كبير . وذكر هذه الأسماك الخاصة التي لها مثل هذه الأعضاء كافي حد ذاته لتنبيه الأذهان نحو السبب المحتمل لبقائها حية - وهي في الواقع تراكيب تساعد الحيوان في الحصول على الحد الأقصى للأوكسجين في المياه الراكدة بسبب الجفاف . (وبالطبع تكون حاجة الحيوان للأوكسجين



شكل ٢٣٣ - شكل الرقبة في السمكة البدائية مشععة الزعانف الأفريقية - بوليتروس - الخيشوم الخارجى الكبير يمتد إلى الخلف فوق الزعنفة الصدرية (هن دين)

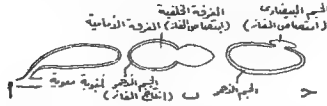
في أوج ارتفاعها في عملية النمو السريع المميز للراحل الجنينية البرقية) .
والاحتمال الظاهر ان هذه التراكيب الخاصة باليرقات كانت مميزة لها .. كما
كانت الرئات - لاسلاف الاسماك العظمية وتم الاستغناء عنها بعد ذلك في
معظم أفراد هذه المجموعة . وتوجد هذه التراكيب في البرمائيات بنظام مثالي
في الذيليات واللاقلميات ايضا . وتبدأ الخياشيم الخارجية في البرمائيات
اللاذيلية في الظهور في مرحلة مبكرة ، ثم تغطي منطقة الخياشيم على الجانبين
بعد ذلك ثنية كبيرة من الجلد تسمى « غطاء الخياشيم » ، وهو لا يشبه ذلك
التركيب الموجود في السمك . وتوجد تحت هذا الغطاء كتلة من الأنسجة
الخيوطية الخيشومية التي يبدو انها تنشأ جزئيا من الخياشيم الخارجية
وجزئيا من نوات خارجية من التراكيب الخيشومية الداخلية .

ويظهر الرئات وما يتبع ذلك من تطور الى الحياة الارضية نجد
ضموها بالغا في حجم البلعوم ونقصا في اهميته في البرمائيات البالغة وجميع
الرهليات . وفي البرمائيات تفتح الفتحات الخيشومية بدرجات متفاوتة في
اليرقات ، ولكن لا تقوم الخياشيم الداخلية بأية وظيفة مطلقا (ماعدا في الحالة
الشاذة التي أشرنا اليها في الضفادع) . وباستثناء الأنواع التي تظل في طور
اليرقة تختفي الفتحات في الأطوار البالغة . وفي الحيوانات الرهلية تتكون
الجيوب الخيشومية عادة في الجنين وتندفع نحو الخارج كما في الاسماك
لتقابل شقوقا سطحية من الاكودرم . وتفتتح الفتحات الخيشومية لفترة
مؤقتة لو لا تفتح الحلقا . ويعيد جنين الحيوان الرهلي بطريقة محافظة
العمليات الجنينية للأجيال السالفة التي لا تخصي ، ولكن لا توجد أبدا إعادة
حقيقية لتكوين الجهاز الخيشومي البالغ تام التكوين والذي يوجد في اسلاف
الاسماك .

وفي الحيوان الرهلي البالغ - كما ذكرنا في مقدمة هذا الفصل -
يحتفظ البلعوم بأثر بسيط لأهميته السابقة . وقد نشأت الرئات من البلعوم
في الاسماك ولا يزال المدخل الى الرئات موجودا في قاع البلعوم . وتبقى من
الجيوب الخيشومية فتحة التنفس في شكل متحور له علاقة بالأذن . وتختفي
الجيوب الأخرى تماما في الحيوان الرهلي اليافع .

مئاتة الموم

تتميز الاسماك شعاعية الزعانف بوجود مئات الموم وهي كيس طويل
ينشأ كنمو ظهري من الجزء الامامي للقناة الهضمية وهي قابلة للتعدد عادة
وتمتلىء بالهواء او الغازات الأخرى (اشكال ٢٣٤ ، ٢٣٥ ، ج) . ووظيفتها

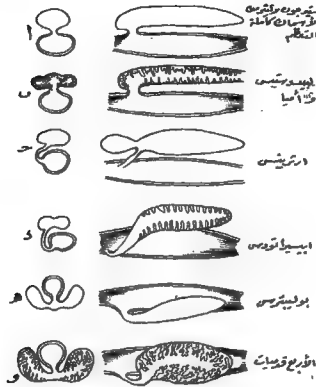


شكل ٢٣٤ - قطاعات طولية توضيحية للمثانة الهوائية في مختلف الأسماك العظمية . ١ - نوع بدائي يفتح في المي . ب ، ج أنواع مغلقة مع جسم أحمر ينتج الفاز ومناطق أخرى لامتصاص الفاز .

الرئيسية أنها عضو للتوازن المائي ، فامتلاؤها أو تفريغها يغير الكثافة النوعية للسفكة ويساعدها على البقاء على عمق من الماء بناسب طبيعتها . ولذا يتضح أن هذا التركيب أكثر فائدة في الأسماك التي تعيش في المياه العميقة وخاصة في المحيطات . فسفكة البوليبترس - هي أكثر الأسماك مشعرة الزعانف بدائية - ليست لها مثانة عوم بالمعنى السابق ، ولكن يوجد بدلا منها زوج من الرئات البطنية . أما في كل الأسماك مشعرة الزعانف الأخرى فلها هذه المثانة الهوائية باستثناء بعض الأسماك كاملة التعظم حيث يكون فقدانها ثانويا . ويظهر أنه من المؤكد أن مثانة العوم مما تختص به الأسماك مشعرة الزعانف ، وإنها قد نشأت في مرحلة مبكرة من تاريخها ، وهي غير موجودة في أية مجموعة أخرى من الأسماك مهما تكن .

وتتصل المثانة الهوائية في أكثر حالاتها بدائية بالبلعوم بقناة هوائية تأخذ السمكة عن طريقها الهواء عندما ترتفع الى سطح الماء . كما أنه عن طريقها أيضا يخرج الهواء . وفي الأسماك كاملة التعظم الأكثر تخصصا قد يزداد اتصال هذه القناة بالقناة الهضمية الى الخلف كثيرا . وفي كثير من الأسماك كاملة التعظم المتقدمة يختفي هذا الاتصال تماما ، وفي هذه الأنواع تصبح جدر مثانة العوم متخصصة لافراز الفاز الذي يستطيع ملء المثانة ، كما توجد منطقة أخرى متخصصة لامتصاص هذا الفاز الذي تكون (شكل ٢٣٤ ب - ج) .

وفي بعض الحالات وبالأخص في الأسماك المشعرة الزعانف البدائية نسبيا مثل الأميا وأبو منقار تشبه المثانة الهوائية الرئة في أنسجتها (شكل ٢٣٥ ب) ، وهي تركيب تنفسي مساعد . ويشير هذا الى احتمال أن تنفس الهواء كان الوظيفة الرئيسية للمثانة . وتختلف المثانة عن الرئات في أنها



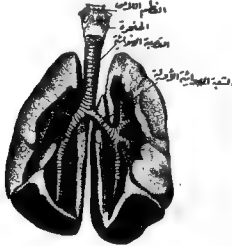
شكل ٢٢٥ - رسوم توضيحية لقطاعات عرضية وطولية في المشانة الهوائية أو الرئة في أسماك مختلفة وفي رباعيات القدم . ١ - المشانة الهوائية الظهرية المشالية في الأسماك المشععة الزعانف . ب - مشانة توجد في الهولسيتي وبالسطح الداخلي ثنيات لها القسفرة على القيام ببعض التنفس . - ج - نموذج عادي من الأسماك كاملة التنظيم لها فتحة جانبية توحى بمرحلة انتقال من الرئة إلى المشانة الهوائية . د - السمكة الرئوية الأسترالية وقد انحرفت الرئة ذات الفصين إلى الجهة الظهرية منع بقاء الفتحة في وضع بطني . هـ - السمكة المشععة الزعانف القديمة - البوليبترس - ولها رئة بطنية ، من المحتمل أن تكون بدائية وأن تكون الأصل لكل الرئات الأخرى أو المشانات الهوائية . و - نموذج الرئة التي تتكون في الفقاريات الأرضية مع تركيب داخلي معقد (هن دين) .

ظاهرة الموضع كما أنها مفردة وليست مزدوجة . ومع كل فيعتقد بعض علماء التشريح أن الاثنين في بعض أشكالهما - إلى حد ما - تراكيب متشابهة . وسوف نناقش ذلك فيما بعد ، بعد مناقشة تاريخ الرئات .

الرئتان

تركيب الرئة : تختلف الرئتان عن الخياشيم من الناحية التركيبية ولو انهما متشابهتان في الوظيفة الأساسية ، وفي كونهما مشتقات بلعومية ، وتحمل الرئتان محل الخياشيم في الفقاريات المثالية التي تنفس الهواء كوسط يصل عن طريقه الأكسجين إلى الدم والأنسجة . ويوجد لجهاز تنفس الهواء في معظم رباعيات القدم نظام خاص نوضحه هنا في هذه النقطة (شكل ٢٣٦) . فالمدخل إلى قناة الهواء عبارة عن فتحة وسطية بطنية في البلعوم تسمى المزمار . وتتسع هذه القناة خلف المزمار مباشرة مكونة حجرة تسمى الحنجرة . وتوجد خلف الحنجرة قناة وسطية بطنية هي القصبة الهوائية التي تمتد إلى الخلف لتتقسم إلى شعبتين تؤدي كل واحدة منهما إلى إحدى الرئتين . والرئتان الزوجية بطنية في بداية تكوينها . وقد تمتد لتشغل مكانا جانبيا أو حتى ظهريا في الجزء الأمامي للتجاويف السيلومية . وتظهر التراكيب الرئوية في الأجنة كجيوب وسطية بطنية متجهة نحو الخارج من ارضية الزور عند النهاية الخلفية للبلعوم . وهي في كثير من الحالات ذات فصوص في المراحل المبكرة . وتنمو براعم الرئتان نحو الخلف مصحوبة بنسيج ضام يكسب جدرها صلابة ، وقد ينتج هذا النسيج عناصر هيكلية ذات صلة بالحنجرة والقصبة والشعبات الهوائية .

وبالإضافة إلى الطلائية الداخلية ذات النشأة الأندودرمية تتضمن



شكل ٢٣٧ - منظر بطني للجهاز التنفسي في الإنسان . الرئة مفتوحة .
(من تولدت)
لاظهار الشعب

الرئات في مادتها كميات مختلفة من النسيج الضام والألياف العضلية للمساء وبطبيعة الحال وفرة من الأوعية الدموية من الجهاز الرئوي الخاص . والرئات مغطاة من الخارج بطلائية تجاوب الجسم الذى تقع داخله . وتتوقف كفاية الرئة اساسا على كمية السطح الغشائى الداخلى الموجود لتبادل الغازات . والطيور والتدييات - بنشاطها المتزايد وحاجتها للمزيد من الأكسجين - تزيد مساحة التبادل ، لا بزيادة حجم الرئات ، ولكن بزيادة في تعقيد التقسيمات الثانوية الداخلية . وهنا كالمعتاد لا بد أن نضع في إذهاننا العلاقة بين السطح والحجم . ففى الحيوانات كبيرة الحجم يجب ألا يزداد حجم الرئات بنفس نسبة الزيادة في الحجم أو تصبح الرئات أكثر تعقيدا في تقسيماتها الثانوية حتى يمتشى السطح المعد للتبادل مع النمو الحجمى للأنسجة التى تتطلب الأكسجين .

ويجب التنويه بنوع خاص الى أن الرئات ليست هى الوسط الوحيد للحصول على الأكسجين الجوى، فقد يسمح أى غشاء رقيق بتبادل الغازات . والجلد في ربب البرمائيات الحديثة - كما أشرنا من قبل - تركيب تنفسى هام تصل اليه الأوعية الدموية بفرازة . وفى الضفادع والعلاجم تتم كمية كبيرة من التنفس خلال الأغشية الرطبة للغم . وحتى في إحدى سلالات الأسماك كاملة التعظم مثل السمكة متسلقة الأشجار أناباس الموجودة في جزر الهند الشرقية فانها تستطيع أن تنفس الهواء بواسطة تراكيب تنمو من الحجر الخيشونية أو في داخلها وتظل رطبة تحت غطاء الخياشيم .

الرئات في الأسماك : ولو أن رئات رباعيات القدم أعظم ما تكون تخصصا في نموها إلا انها من الناحية التطورية أقلم التراكيب . وتوجد الرئات في الأسماك الرئوية وهى التى اكتسبت هذا الاسم المشهور : « أسماك رئوية » نتيجة لهذه الحقيقة . ومن المؤكد أن هذه الرئات كانت موجودة في أقرب أقاربها وهى الأسماك فُصية الزعانف القديمة التى انحطرت منها الحيوانات الأرضية ، وبالإضافة الى ذلك فإن الرئات موجودة في البوليبترين ، وهى أكثر أفراد مجموعة مشتمعة الزعانف من الأسماك العظمية بدائية .

ورئات الأسماك (أشكال ٢٣٥ د ، هـ ٣٢٧ ا ، ب) بسيطة في تركيبها . ففى البوليبترين تؤدي فتحة في أرضية البلعوم الى كيس ذي فصين ، ويمتد هذان ألفصان الى الخلف وعلى كل جانب من جانبيه المرى .



شكل ٢٣٧ - رسوم توضيحية لقطاعات عرضية في الأسماك العظمية (تشاهد من الخلف) وهي تبين مكان الرئة أو مثانة العوم والأوعية الدموية المتصلة بها . ١ - بوليبترس سمكة مشععة الزعانف بدائية برئة مزدوجة بطنية . ب إيسيراتودس سمكة رئوية برئة واحدة ظهرية ولكن لها فتحة بطنية من المى . ج - سمكة كاملة التعظم بمثانة هوائية (القناة مفقودة) ، الامداد الشرياني في الرئة من القوس الشرياني الآخر . في ب - يدل تقوس الوعاء الدموي من القوس الأيسر تحت المى على طريق الحركة الظهرية للرئة . في الأسماك كاملة التعظم يكون الامداد الشرياني الى المثانة الهوائية من الأبر الظهرى (عن طريق الشرياني السلاقي) . في الرئة تكون عودة الدم الوريدي الى القلب مباشرة ، تظهر أوردة الإيسيراتودس حالة غير متماثلة اذا قورنت بحالة الشرايين . ومن المثانة الهوائية يعود الدم الى القلب عن طريق الجهاز الوريدي للمعدي .

- ١ - أبهر ظهرى ٢ - القوس الأبهري السادس ٣ - الشريان السلاقي ومنه توجه أفرع الى المثانة الهوائية في الأسماك كاملة التعظم . ٤ - الوريد الرئيسى المشترك (قناة كوفيه) . ٥ - الشريان الرئوى الأيسر . ٦ - المرء . ٧ - الوريد البابى يصفى أجزاء من الدم من المثانة الهوائية في الأسماك كاملة التعظم . ٨ - الشريان الرئوى الأيمن . ٨ - الأوردة الرئوية . (عن جوديش)

وفما عدا استطالة أحد الفصين فانها تشبه البرمائيات . ويظهر ان هذه الرئات بدائية للغاية في طبيعتها . ويوجد بعض التحور في الأسماك الرئوية ، فمع ان الفتحة تفتح كالمنادى في ارضية البلعوم الا ان القناة تنحني الى أعلى حول الجانب الأيمن للبلعوم ، وبذا تكون الرئات (التي قد تكون ملتحمة جزئيا او كليا لتكون وحدة واحدة) ظهرية في وضعها . والطريق الذى تسلكه هذه القناة يدعو الى الافتراض بان الموضع الظهرى للرئة موضع ثانوى .

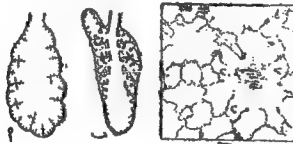
ونستطيع دعم هذا الافتراض اذا اخذنا في الاعتبار الاعداد المعوى ؛
اذ ان جزءا من الرئة يمد بالدم شريان (شكل ٥٣٧ ب ، هـ) يسلك طريق
الحجره التطوري المفترض في التفافه بطنيا حول المريء من الجانب الأيسر
للجسم ليصل الى الرئة .

ويوحى النمو الجنيني للريثات بأنها نشأت في اثناء عملية التطور كجيوب
من الطبقة الظلالية الرطبة للبلعوم ، وهى التى أصبحت متخصصة في
امتصاص الأكسجين الجوى . ولكن متى ولماذا نشأت ؟ لمّا كانت هذه
الريثات توجد في كل من لحمية الزعانف والأسماك مشعة الزعانف الأعمش
بدائية فانه يظهر ان تاريخها يرجع الى التاريخ المبكر جدا للأسماك ، وهناك
ايضا ما يشهد وجودها في قشرية الجلد القديمة جدا وهى مجموعة من الفقاريات
توجد في ادنى درجات السلم التطوري للفقاريات ذوات الفكوك . ويظهر ان
ظروف الجفاف الموسمي التى شرحت من قبل والتي كانت سائدة في الأيام
الأولى في أثناء تطور الأسماك قد تكون هى السبب في تطور الريثات كاعضاء
تنفسية مساعدة عندما يصبح الماء راكدا أو عندما تجف مجاريه .

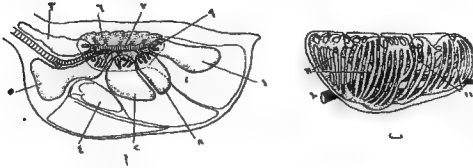
وإذا افترضنا ان الريثات ومثانة العوم تراكيب متشابهة فأيها الأصل ؟
يعتقد الكتاب الأوائل انه مادامت مثانة العوم من تراكيب الأسماك ، في حين
ان الريثات من المميزات الأولى لرباعيات القدم ، كانت مثانة العوم اذا هى
السلف للريثات . ولكن اذا اخذنا في الاعتبار الأسانيد التى لدينا فانها
تشير الى احتمال ان العكس هو الصحيح . فالرئة بدائية ، ومثانة العوم
ومشتقاتها نشأت في أثناء تطور قسم الأسماك مشعة الزعانف من الأسماك
العظمية ، وهى التى توجد المثانة فيها فقط . ويرتبط هذا بحقائق معروفة
في تاريخها . وقد بقيت الرئة كما هى في الأسماك الحديثة في انواع قليلة لا
تزال تعيش في المناطق الاستوائية التى تجف موسميا . ولا تعيش معظم
الأسماك مشعة الزعانف سواء في المياه العذبة أو المحيطات حيث تسود مثل
هذه الظروف . وعندئذ تصبح الريثات قليلة الأهمية او عديمة الأهمية لمثل
هذه الأسماك ، ولكن اذا تحولت الى مثانة ظهرية تستطيع — وقد أصبحت
فعلا — ان تكون عضوا للتوازن المائى ذا فائدة وخاصة في الوسط البحرى
حيث حدث تطور معظم أسماك مشعة الزعانف المتأخرة .

الرئتين في وديعيات القدم : تظل الرئتين في البرمائيات تراكيب بسيطة نسبيا ذات تقاسيم داخلية قليلة (شكل ٢٣٨ أ) . ويظهر في كثير من الزواحف تقدم قليل (شكل ٢٣٨ ب) . ولكن في بعض العقائيا « السحالي » وفي السلاحف والتماسيح يتضاعف عدد الحواجز والأقسام الداخلية التي تحول الرئة الى تراكيب أكثر تعقيدا ونسيجيا يشبه الأسفنج . وفي البرمائيات الحديثة حيث لا توجد الضلوع تملا الرئتين بابتلاع الهواء بطريقة تشبه عمل المضخات . وفي أغلب الزواحف ترفع عضلات الجذع الضلوع وبذا يعتمد التجويف البطني المحتوي على الرئتين فيدخل الهواء بطريقة الشفط (تفلط السلاحف صدف صلبة ، ولذا يعتمد عمل الرئة أساسا على عضلات بطنية خاصة)

وتكون الرئتين نفسها في الطيور صغيرة ومدمجة ، ولكن الجهاز التنفسي معقد في التركيب والوظيفة . وتنشأ خارج نطاق الرئتين أربعة أزواج من الأكياس الهوائية التي تفرد كل جزء كبير في الجسم (أشكال ٢٣٩ ، ٢٤٠) . وحتى خارج نطاق هذه الأكياس قد توجد ممرات هوائية تفرد عناصر الهيكل العظمي . وتمتص الأكياس نفسها قليلا من الأكسجين ، ولكنها بالرغم من ذلك تلعب دورا كبيرا في التنفس . ويسحب الهواء نتيجة لرفع الضلوع حيث يزداد حجم الجذع ويمر الهواء الى الداخل خلال الرئتين ومن طريق قنوات متصلة بالشعب الهوائية الى الأكياس الهوائية . ويحدث التنفس أساسا



شكل ٢٣٨ - قطاعات توضيحية في الرئة - ١ - الضفدعة . ب - صحرية ج - قنطرة في منطقة صغيرة من رئة الإنسان مكبرة ٥٠ مرة تبين تركيبها المعقد . ١ - قناة حويصلية وهي أصغر مكونات الجهاز القنوي . ٢ - إحدى الحويصلات التي تؤدي إليها (عن فياليتون ، ب عن جودريش)



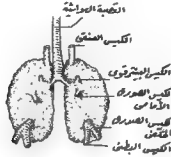
شكل ٢٣٩ - ١ - شكل توضيحي لجذع طائر كما يرى من الجانب الأيسر موضعا مكان الأكياس التنفسية ١ - كيس هواء بطني . ٢ - كيس صدري أمامي . ٣ - كيس هواء عنقي . ٤ - القلب . ٥ - كيس هواء بين ترقوى . ٦ - رئة يسرى . ٧ - شعبية تمر من خلال الرئة وتؤدي من القصبة الهوائية الى الأكياس الهوائية المختلفة . ٨ - الكيس الهوائي الصدري الخلفي . ٩ - الشعبات التي تعود بالهواء من الأكياس الى المناطق التنفسية في الرئات .

ب - شكل جانبي للرئة اليسرى في طائر . ١٠ - الشعبية الأولية تمر بطول الرئة الى الكيس البطني وتتفرع منها افرع تؤدي الى الأكياس الهوائية الأخرى وإلى الشعبات الجانبية ١١ - وتتصل هذه عند نهايتها بالشعبيات . الشقوق في الخط الظهري للرئة هي علامات الضلوع .
(أ من جودريش ، ب من لوسى ولا رسل)

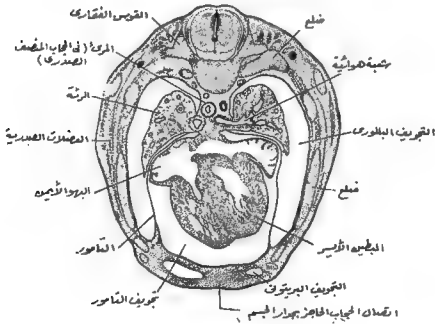
عن طريق « رحلة العودة » من الأكياس ، فهناك قنوات صغيرة تؤدي من الأكياس الهوائية الى الممرات والأسطح التنفسية الرئوية ثم الى الخارج للشعب الهوائية . وبذا يكون التركيب الداخلى لرئة الطائر لانظير له (شكل ٢٣٩ ب) ، ففي الحيوانات الرهلية الأخرى توجد الأغشية التنفسية في حويصلات أعورية (مغلقة) ولا يوجد شيء كهذا في رئة الطائر ؛ إذ أن كل ممر صغير أو كبير مفتوح من نهايته ، ولذا يوجد دوران حقيقي للهواء .

وتوجد في الثدييات رئتان كبيرتان تشغل جزءا كبيرا من حجم الصدر ولكنها تشكل تركيبا سهلا مما هو في الطيور . فهي مقسمة بدقة الى حويصلات دقيقة لا يحصى عددها (شكل ٢٣٨ ج) ، ويصل اليها الهواء عن طريق مجموعات متفرعة من الشعب الكبيرة والصغيرة وأخيرا الى الشعبيات . وتتجمع الحويصلات على القنوات النهائية كما تتجمع حبات العنب على عناقيدها . وفي جنين الثدييات (شكل ٢٤١) يفزو برعم الرئة كتلة متماسكة من الميزنكيم ، وفي داخلها تظفر الرئة بالتبرعم المتكرر وانقسام التجاويف

الى تركيبها البالغ . ويتم التنفس عن طريق جهاز خاص ذي كفاية عالية (تشبه الى حد ما ما هو موجود في التماسيح والطيور) . ولم تعد الرئات

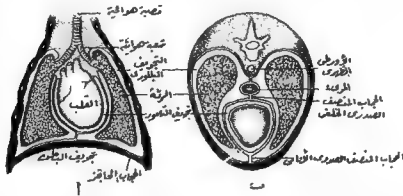


شكل ٢٤٠ - منظر بطني لرئة طائر لايفضاح اتصالها بالكياس الهوائية المختلفة .

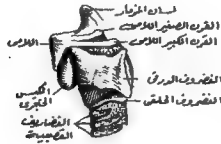


شكل ٢٤١ - قطاع عرضي في جنين الانسان (٨ أسابيع) يوضح تكوين الرئات وتجويف البلعورا وتجويف التامور والقلب . (عن آري) .

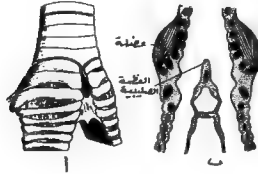
واقعة داخل التجويف البطنى العام كما فى رباعيات القدم البدائية ، ولكن تقع كل رئة داخل تجويف بللورى خاص بها ومغلق من الخلف بتكوين الحجاب الحاجز (شكل ٢٤٢) ويحدث اتساع التجاويف ،



شكل ٢٤٢ - قطاع توضيحي طولى (أ) وعرضى (ب) للصدر فى الثدييات يبين مكان القلب والرئتين والتجويفين البلورى والتامورى .



شكل ٢٤٣ - منظر جانبي لحنجرة القرد روسس . يقع الجهاز الالىمى بقرونه الكبيرة والصغيرة اعالى وامام الحنجرة . وللقرد روسس حجرة رئين فى الكيس الحنجري . يرى الفصروف الدرقي والفصروف الحلقى والفصاريق القصيبية وكذلك غشاء يصل الفصروفين الالىمى والدرقي . تمر من الفصروف الدرقي الى الفصروف الحلقى عضلة وتغلى معظم الفصروف الحلقى . توجد عضلات عديدة اخرى صغيرة خاصة بالحنجرة وتقع عميقة فى الداخل ولا ترى هنا . (عن هارتمان وستراوس)



شكل ٢٤٤ - الحنجرة السفلى (المحقن) لطائر مثنى
 ١ - منظر خارجي . ب - قطاع في الأغشية المهترئة على السطح الداخلي
 للشعبتين المتقابلتين عند قاعدة القصبة الهوائية ليكونا العظم الصليبي
 الوسطي . وقد تكون أغشية أخرى بين الحلقات المتعددة
 عند فرعي القصبة وتسيطر على المحقن عضلات من المجموعة تحت
 الخيشومية (عن هيك) .

ومن ثم اتساع الرئتين بحركة الحجاب الحاجز الى اسفل وحرية القفص
 الصدري ، وهذان العاملان متكافئان في التناثر ، وربما كان لاولهما الأثر
 الأكبر .

وبزيادة أهمية الرئات في الفقاريات الأرضية أصبحت الخنجرية في
 الثدييات ممرا يؤدي الى الرئات ومحاطة بمجموعة من العضلات أو العظام
 (شكل ٢٠٩) ، كما تكون شريط من الجلد هو لسان المزمار
 ليفي مدخلها . وقد اكتسبت الضفادع وقليل من العظاءات
 « السحالي » وعلى الأخص أغلب الثدييات القدرة على أحداث الصوت وذلك
 عن طريق نمو حيود مرنة هي الأجيال الصوتية التي تمتد عبر الخنجرية . ولا
 تتكون مثل هذه الأجيال في الطيور ، ولكن يحدث الصوت في عضو يسمى
 الحنجرة السفلى (شكل ٢٤٤) وينشأ أصلاً في نهاية الزور عند نقطة انقسام
 القصبة الهوائية . ويتكون الرقبة في رباعيات القدم تتحول القناة الأصلية
 القصيرة التي تؤدي من الزور الى الرئتين الى القصبة الهوائية الطويلة وتقوى
 جدارها عادة بفضائيف تأخذ شكلا حلقييا في الرهليات . وتنقسم القصبة
 الهوائية في الرهليات الى شعبتين هوائيتين قبل الوصول الى الرئتين .

المشتقات البلعومية

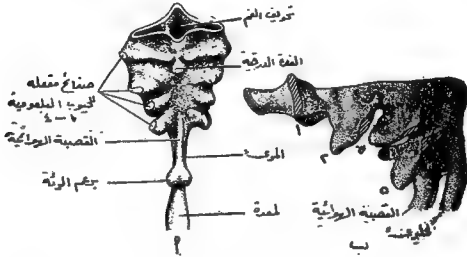
البلعوم هام في كل مجموعة من الفقاريات كاصول جنيني للتركييب
القديمة التي تنشأ غالباً من الجدر الطلائية للجيوب الخيشومية (شكل ٢١٥) ،
(٢٤٦) مكونة كتلا مختلفة من الأنسجة في منطقة الزور في الطور البالغ ، ومعظم
هذه الفدد صماء في طبيعتها وسنّوّل وصفاها الى الفصل ١٧ .

الفدة التيموسية : لا توجد غدة تيموسية متكونة في الجريشات ووجودها
في الجلكى مشكوك فيه ، وفيما عدا ذلك فهي دائماً موجودة حيث تكون
غالباً واضحة وظاهرة الأهمية ولكن وظيفتها غير مؤكدة . وهي تتكون من
مجموعات من النسيج شبه الندى الذي يوجد في تنظيم منفر في منطقة
الخياشيم أو الزور . وعند تمام نموها تتشكل الفدة الى فصيصات يحوى
كل منها على قشرة ملووة بالكربات الليغية ونخاع يحتوى دائماً على نسيج

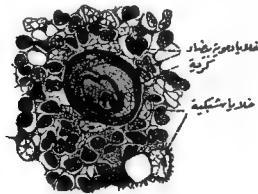


شكل ٢٤٥ - رسوم توضيحية للجيوب الخيشومية على الحبة اليسرى
للبلعوم في أ - قرش ، ب - حيوان برمائي ذبلى : ج - سحلية ،
د - ثدييات مثالية لإيضاح اشتقاق الفدة التيموسية وجارة الدرقية .
والأجسام الخيشومية الأخيرة والجزء الظهري لكل جيب خيشومي - كما
يتطلب الرسم - موجود على الجانب العلوى . الخط المتقطع مشتقات
تيموسية . الخطوط الطولية الفدة التيموسية . الخطوط العرضية جارة
الدرقية . أما الكتل السوداء فتعثل الجسم الخيشومي الأخير م - جيب
المتنفس . (أساساً عن موور) .

شبكة واضحة (شكل ٢٤٧). وتوجد المادة الليمفية في الأسماك عميقة تحت السطح عادة فوق أغلب أو كل الفتحات الخيشومية . ويوجد النسيج



شكل ٢٤٦ - منظر بطني لمؤنخ يمثل الجزء الأمامي من قناة المي وما ينمو منها في جنين ثديي (الإنسان) . ب - منظر جانبي للبلعوم في جنين أكبر قليلاً . الصفائح التي تفصل أطراف الجيوب الخيشومية عن السطح (مخططة) . الجيوب الخيشومية بما فيها جيب التنفس (الأذن الوسطى) تدل عليها الأرقام . (عن آري) .



شكل ٢٤٧ - جزء صغير من الفدة الليمفية في الثدييات يبين الكريات الدموية البيضاء العديدة والخلايا المكونة للشبكة وواحد من الكريات الخاصة المميزة لهذه الفدة . (عن دالجرن وكينر) .

التيوموسى فى أغلب رباعيات القدم فى اشكال متخيرة ، وغالبا ما يكون على شكل زوجين من الكتل النسيجية فى منطقة الرقبة . وفى الثدييات يتكون عادة من زوج واحد من الغدد عند الطرف الامامى للصدر حيث تتعمق حتى القص . وتنشأ الغدة التيوموسية ، او على الاقل جزئيا ، من تفرعات فى طلائية الجيوب الخيشومية الجنينية وعادة من حافاتهما الظهرية . وعلى كل فهناك اختلافات كثيرة بالنسبة للجيوب المكونة ؛ ففي الاسماك ينتج كل جيب خيشومى حقيقى مادة تيوموسية ولكنها تتكون من جيب واحد او اثنين فى رباعيات القدم . اما فى الثدييات فالجيب الخيشومى الثانى بعد المتنفس هو عادة مكان ظهور الغدة التيوموسية حيث تتبرم من الحافة البطنية اكثر من الحافة الظهرية للجيب . ويظهر بشكل قاطع ان النسيج الشبكي للغدة ينشأ من الطبقة الطلائية ، ولكن تنشأ الخلايا الليمفاوية (كما هى الحال فى خلايا الدم الاخرى) من الميزنكيم .

وتنمو الغدة بسرعة فى اثناء الحياة الجنينية ، ولكنها تتوقف عن النمو قبل الوصول الى المرحلة اليافعة . وقد يعثر بها التطفل فى رباعيات القلم . ولكن نجد فى كثير من الثدييات اليافعة ان الغدة التيوموسية قد اختفت تماما . ورغم البحوث المثيرة فاننا لا نعرف الا القليل عن وظائف الغدة التيوموسية ، وذلك فيما عدا الحقيقة الخاصة بانها قد تكون مكانا لنشأة كرات الدم البيضاء على الاقل فى صغار الحيوانات .

الفصل الثاني عشر

الجهاز الهضمي

الغذاء والعلوم اللذان وصفا في الفصل الأخير هما منطقتا الحراسة الامامية للقناة الهضمية ، وواجههما الاساسي هو جمع المواد الغذائية . اما عملية الهضم فهي وظيفة بقية القناة الهضمية التي يشير اليها اللفظ البسيط القديم الانجلو سكتونوني المعى . وسوف يؤخذ المعى في الاعتبار كما هو محدد مع ما يمتو منه - الكبد والبنكرياس - في هذا الفصل .

وظائف المعى : يمكن التحدث عن وظائف المعى تحت اربع نقاط رئيسية ١ - النقل : بمجرد ان تجمع المواد الغذائية يجب ان تمضي خلال « خط التفطيت » في مناطق القناة المتتالية ، كما يجب ان تنبذ الفضلات في النهاية كبراز . ومع ان الاهداب توجد في ظلائية المعى في بعض الحالات الا ان عملية النقل هي اساسا وظيفة العضلات الحشوية التي تحيط بالانبوبة الهضمية كلها . وهي عادة عضلات لمساء ، وقد تكون احيانا مخططة الى درجة ما في الطرف الامامي للمعى . والعضلات الملساء مرتبة في شرائع من الالياف الموجودة على هيئة اليااف طولية ودائرية تؤثر فيها اعصاب من الجهاز العصبي الذاتي (غير الارادى) . ولكنها تعمل مستقلة الى درجة كبيرة من مراقبة الجهاز العصبي المركزي . ومعظم النشاط العضلي الذي يسبب حركة المواد الغذائية عبارة عن « حركة دورية » - موجات متتابعة من الانقباضات العضلية التي تسبب ضيقا في المعى وينتقل الى الخلف دافعة الطعام امامها .

٢ - المعاملة الفيزيكية : قد يدخل الطعام القناة الهضمية في كتل كبيرة يجب ان تقل في الحجم قبل ان تتعرض لآلة معالجة كيميائية فعالة والمؤثر الذي يؤثر هنا (بعكس الحركة الدودية) هو الانقباضات المتتالية لعضلات المعى حيث تحول الطعام الى ليابة لينة « الكيموس » .

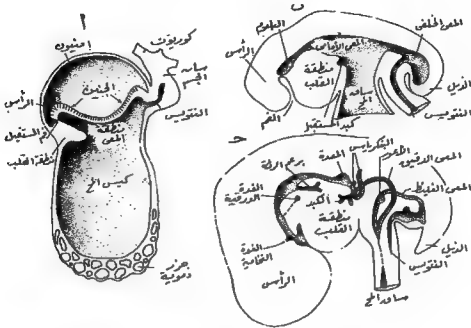
٣ - المعاملة الكيميائية : وتلك هي الهضم بمعناه الصحيح اى تكسير المواد الخام المفيدة الموجودة في الطعام الى مواد ابسط نسبيا يمكن ان تستعملها خلايا الجسم . وتمتص بطانة الامعاء الماء والاملاح الضرورية

بسهولة ، اما المواد الأخرى التى يحتاج إليها الجسم - السكريات البسيطة والدهون والأحماض الأمينية - فتدخل المى عادة على شكل مواد معددة يجب تكسيرها الى وحدات أبسط قبل أن تستطيع الخلايا استعمالها ، او حتى تستطيع جدر المى امتصاصها ومنها الى الأوعية الدموية . ويتم هذا التكسير بواسطة الأنزيمات التى تفرزها خلايا المى وتوالتها . ولكن لكي تعمل هذه الأنزيمات عملها لا بد من إطلاقها فى تجويف المى حيث تهاجم المواد الغذائية هالك .

٤ - الامتصاص : وعندما يتم هذا التكسير الكيماوى تمتص النواتج عن طريق جدر المى ، وتدور فى خلايا الجسم ومناطق التخزين ، فتذهب السكريات والأحماض الأمينية عن طريق الأوردة الى الكبد ومنه الى القلب والجسم ، فى حين يصل جزء من الدهون عن طريق الأوعية الليمفاوية الى الدورة العامة .

التكوين : لقد شرحنا تكوين المى القديم او المى الأولى بطريقة ما فى الفصل الخامس . ففى السهيم (شكل ٥٢ ، ٦٦) يكون المى منذ البداية على شكل جيب اسطوانى بسيط . وفى البيض متوسط الملح مثل بيض البرمائيات يتكون المى المبكر بطريقة متشابهة الا ان ارضية المى تمتد بطريقة تشبه « الكرش » بواسطة كتلة من خلايا المى الننية بالمح (شكل ٧٠) . وفى البيض بعيد الملح فان وجود كمية كبيرة من الملح يسبب تغييرا جذريا فى التكوين الأولى للمى . ففى مراحل النمو الأولى لا تكون بطانة الأمعاء قناة مغلقة ولكنها تنتشر فوق الملح الذى يحيط به أخيرا كىس هو امتداد لتجويف الأمعاء . وفى النهاية فقط يختنق مدخل هذا الكيس وتتخذ الأمعاء شكلا أنبوبيا (شكل ٦٣ ، ب ، ٧١ د ، هـ ،) . وتتبع الثدييات بالرغم من غياب الملح نفس الأسلوب فى التكوين ، وتكون كىسا للمح ولو انه كىس فارغ . ويوجد فى كل الرهليات جيب ثان آخر خلف الأمعاء هو الرهل ومنه تنشأ المثانة البولية فى الحيوان اليافع (اشكال ٦٣ ب ، د ، ٧٤) .

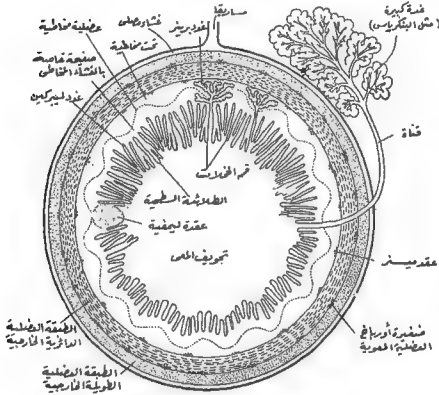
ومع كل نفى كل الحالات يصبح المى فى النهاية تركيبا أنبوبيا . وفى أغلب الحالات يظل المى بعضا من الوقت مغلقة عند كل من طرفيه . وينشق الطرف الامامى فى النهاية كما اشرنا فى الفصل الأخير ليتصل بانخفاض الغم .



شكل ٢٤٨ - رسوم توضيحية تشرح تكوين القناة الهضمية في الثدييات (الإنسان) ١ - طور متأخر إلى حد ما عن الطور الذي شرح في شكل ٦٣ ج . ب - طور متأخر قليلا عن ذلك المذكور في شكل ٦٣ د . ج - جنين عمره يقرب من عمر الجنين المذكور في شكل ٧٤ (عن أرى) .

وفي كثير من النماذج الفقارية كما رأينا توجد في الجاسترولا فتحة خلفية تسمى الثقب الجرثومي ، وهي التي تكون تقريبا في منطقة فتحة الاست أو فتحة المجمع في الحيوان اليافع ، ولكن في النماذج كثيرة الميج فان هذه الفتحة في أحسن تكوين لها وقتية في طبيعتها ، وعلى أي الحالات يقفل الثقب الجرثومي سريعا ، وبهذا ينتهي المعى نهاية أعورية في الخلف كما في الأمام في الجزء الأكبر من الحياة الجنينية . ويشبه نمو المدخل المعى في الأمام ظهور المعى الشرجي في الخلف (شكل ٢٠٦) وهو عبارة عن حفرة من الابتودرم تنخفض إلى الداخل ويفصلها عن الطرف الخلفي البعيد لقناة المعى غشاء يختفي في النهاية . وتزداد الأمعاء في الطول أثناء ذلك وتتميز المناطق المتتابعة إلى المناطق الموجودة في الطور البالغ (شكل ٢٤٨ ، ٢٤٩) . ومن بين هذه المناطق البلعوم الذي سبق وصفه في أقصى الأمام والمجمع في أقصى الجزء الخلفي وهو الذي يرتبط وجوده ارتباطا وثيقا بالأجهزة البولية

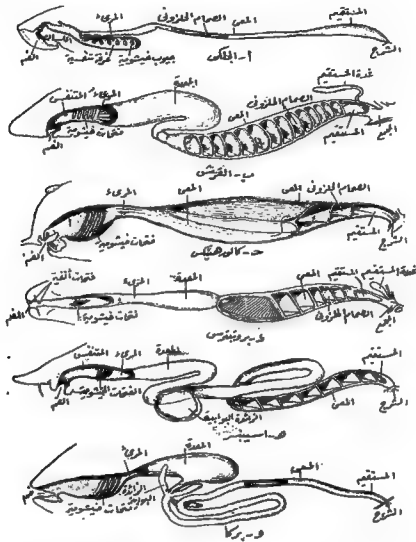
يظهر بدايتاً ان المعى الخلفى الذى يكون الامعاء كان يختص وحده بهضم وامتنصاص الطعام وان المعى الامامى كان قليل التكوين . وفى الفقاريات المتقدمة نرى زيادة فى نمو واهمية المعى الامامى ؛ وذلك اولا بتكوين المعدة . معظم الفقاريات وثانياً بازدياد طول المريء فى رباعيات القدم .



شكل ٢٥٠ - شكل توضيحي عام لقطاع عرضي فى المعى . فى النصف العلوى من الرسم الفشاء المخاطي مزود بالغدد والخملات ، وفى النصف الأسفل يحتوى على الخمائل فقط ، صفائر ميسنر (الصفائر تحت المخاطية) وكذلك الصفائر العضلية المعوية عبارة عن جزء من الجهاز العصبى الذاتى . تمتد الغلالة المخاطية الى الخارج حتى المخاطية العضلية ويتبعها من الخارج فى القطاع النسيج تحت المخاطي والغلالة العضلية فى طبقتين وأخيراً الغلالة المصلية . غدد برونز وليبركوهن ، هما نوعان من الغدد يميزان الامعاء الدقيقة فى الثدييات . (عن ماكسيمو وبلوم) .

ورغم الاختلاف الشديد بين منطقة وأخرى وبين نوع وآخر فانه توجد في معظم المناطق صفات عامة معينة في التركيب التفصيلي لانبوبة المى (شكل ٢٥٠) . فالسطح الداخلى هو غشاء مخاطى يتكون اساسا من بطانة المى وسمكه خلية واحدة في مناطق كثيرة وبفرز عادة مخاطى في بعض الحالات . وتكون هذه الطبقة البطانية فيما بعد عددا مختلفة تمتد خارجيا من انبوبة المى . وخلف هذه الطبقة يوجد النسيج تحت المخاطى والذي يتكون اساسا من نسيج ضام يتضمن كثيرا من الاوعية الدموية . وتتضمن الطبقة العضلية طبقتين من العضلات الملساء ، الداخلية منهما طبقة دائرية والخارجية طويلة ويقع اغلب المى في التجويف البطنى للسيلوم ، وبدا يحاط من الخارج بنفلا مصلى من الطبقة الطلائية للسيلوم مغلفة بنسيج ضام .

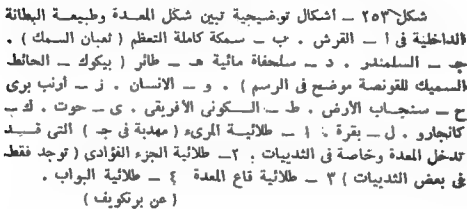
المرى : المى الامامى - ليس فقط في السهم ودائريات الفم ولكن أيضا في عدد لا بأس به من الأسماك ذوات الفكوك كما في الكيميرا والأسماك الرئوية . وبعض الأسماك كاملة التعظم عبارة من انبوبة بسيطة تقع بين البلعوم والأمعاء . وبالرغم من أن البلعوم والمعدة ينشآن من هذه الانبوبة في الفقاريات الأكثر تقدما إلا أن كلمة « مرى » قد تطلق على كل المى الامامى البسيط في غياب تكوين المعدة . وفي جميع الأسماك الحية الأخرى - صفحية الخياشيم وغالبية الأسماك مشمعة الزعانف - يترك تكوين المعدة جزءا قصيرا وغير محدد من الانبوبة أمام المعدة يمكن اعتباره « مريئا » وفي الفقاريات الأرضية فإن قصر البلعوم (مع فقدان التنفس الخيشومى) وما يصحب ذلك من تكوين الرقبة التى قد تكون طويلة أحيانا يكون سببا في تكوين انبوبة مريئية محددة من المى . وليست للمرى وظيفة ما سوى نقل الغذاء . ولا تتكون الفندد إلا قليلا في المرى فيما عدا بعض الخلايا المخاطية، كما أن الطبقة الطلائية تكون عادة من النوع المصنف الجامد ، ولكن توجد بهذه الطبقة في بعض الحالات أهداب حتى في الحيوان اليافع . كما يوجد غطاء عضلى جامد يتكون عادة من عضلات ملساء ، كما توجد في أسماك كثيرة وفي الثدييات أيضا عضلات مخططة ولو أنها حشوية الأصل (قارن ص ٢١٦) . وهناك تكوينان غير عاديين يجب الإشارة اليهما . ففي الجلكى ينقسم البلعوم كما رأينا الى قسمين : الأسفل منهما جيب أعورى خاص بالخياشيم ، في حين يمتد الأعلى طويلا الى الامام مكونا الانبوبة المريئية (شكل ٢٢١ ب و ٢٥١) . وفي الطيور يمتد كيس قابل للتمدد هو الحوصلة التى تتكون في



شكل ٢٥١ - القناة الهضمية في أ - البطيخ . ب - القروش .
ج - الكيميرا . د - سمكة رئوية . هـ - السطيرجيون . و - سمكة
كاملة التنظم (البيرش) . المعدة في الأسماك الرئوية غير غدية وهى عبارة عن
امتداد بسيط من المريء . (من دين) .

طريق المريء والتي تستخدم كمخزن مؤقت للجسوب والمواد الغذائية
الأخرى وهى تفرز في الحمام مادة لبنية تنفذ بها الصفار .

المعدة : ولو أننا اعتدنا على أن نفكر في المعدة على أنها جزء طبيعي من
المعدة إلا أنها غير موجودة في أنواع بدائية عديدة ، ليس فقط في السهيم



الفتقاريات فانها تقوم بوظائف ثلاث : خزن الطعام تمهيدا لدخوله الأمعاء والعاملة الفيزيكية لهذا الطعام ثم بداية المعاملة الكيميائية للمواد الغذائية البروتينية . ومن المحتمل انه في اسلاف الفتقاريات كما هي الحال الآن في الاسماك عديمة المعدة كانت الأمعاء وحدها تقوم بالوظيفتين الآخرين . وكانت الوظيفة الأولى للمعدة عند أول ظهورها التطوري هي خزن ككل الطعام التي ليس في قدرة الأمعاء استيعابها مرة واحدة . وقد يكون مثل هذا الموقف قد ظهر للمرة الأولى عندما نشأت من البنماذج المبكرة التي تتغذى بالترشيح بنماذج مفترسة ذات الفكوك مثل القروش التي تستطيع ابتلاع أجزاء كبيرة

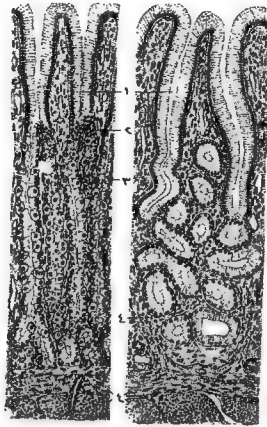
الحجم من الغذاء بكميات كبيرة على فترات غير منتظمة . ولهذا يصبح وجود جيب للتخزين وللمعالجة الفيزيكية ضروريا . اما انتاج الانزيمات فيظن انه من الناحية التطورية « تفكير طارىء » .

ومن حيث الشكل الخارجى (اشكال ٢٥١ - ٢٥٢) فان النموذج المتوسط لتركيب المعدة - وهو المشاهد فى المجموعات المختلفة من القرش الى الانسان - هو الذى تنحنى فيه القناة المعوية عند نهاية المرئ يسارا ، ثم تتحدرك مكونة الجزء الفؤادى للمعدة الذى يؤدى الى الكيس الكبير « القاع » ثم تصعد جهة اليمين كجزء بوابى . وتجب الاشارة هنا الى ان شكل المعدة فى الحيوان الميت المشرح قد يختلف تماما عن شكلها فى الحيوان الحى ، فقد تحدث تغييرات واضحة من لحظة الى اخرى فى معدة نشطة (شكل ٢٥٤) .



شكل ٢٥٤ - صور بالأشعة لمعدة انسان اخذت على فترات بعد الغذاء مبينة شكلها المتغير عند نشاط المعدة . (عن كول من فولتون)

ومن أكثر التركيبات أهمية طبقة البطانة الطلائية لمناطق المعدة المختلفة (الخلايا المخاطية الموجودة فى كل الأجزاء) . وقد يوجد نموذج من طلائية المرئ فى جزء المعدة القريب منه والذى يمكن اعتباره جزءا مستعارا من المرئ . وقد يوجد فى الثدييات وحدها نوع من الطلائية الفؤادية الانتقالية فى المنطقة القريبة للمرئ ، وهى تحتوى على غدد ولكنها غدد قليلة الأهمية الكيماوية . اما طلائية القاع فتتميز (شكل ٢٥٥) بوجود عديد من الغدد الانبوبية التى تحتوى عادة على نوعين من الخلايا - الخلايا المسماة بالخلايا الرئيسية والتى تنتج الببسين وهو انزيم يساعد على هضم البروتين ، والخلايا الجانبية . و الجدارية التى تفرز حمض الكلورودريك الذى يعيى للببسين وسطا حمضيا يستطيع ان يعمل فيه . وتشبه طلائية الجزء البوابى طلائية الجزء الفؤادى . وتوجد تغييرات عديدة بين الفقاريات فى شكل المعدة وفى توزيع البطانة الطلائية (شكل ٢٥٢) . وليس ضروريا ان تكون لأنواع البطانة الطلائية علاقة بالمناطق المورفولوجية المتشابهة الاسماء للمعدة ، فمثلا



شكل ٢٥٥ - على اليسار قطاع في جزء من منطقة القاع في معدة حيوان ثديي مبينة الحفر المعدية (١) والغدد عميقة داخل الحفر وتفتح فيها . الخلايا المخاطية ٢ - موجودة عند منطقة عنق الغدد . وفي أسفل يمكن تمييز نوعين من الخلايا الجانبية (٣) تفرز حامض هيدروكلوريك والخلايا الأخرى الأصفر حجما والأكثر تلونا. وهي الخلايا الرئيسية التي تفرز الببسين والعصلات المساء (٤) . وعلى اليمين تقع في طبليّة البواب بها حفر وغدد أصلها من الصنف المخاطي .
(عن ونديل - علم الأنسجة) .

تشابه معدة الإنسان ومعدة الغار كثيرا في الشكل ولكنهما يختلفان جلدريا في توزيع الطلائية فيهما (شكل ٢٥٣ و ٤ ح) . والمعدة في معظم الفقاريات بسيطة التركيب نسبيا وقد تختلف في الشكل من أنبوبة مستقيمة تشبه السيجار كما في عدد من الأسماك والبرمائيات والثعابين الى الشكل الذي يوجد في معظم الأسماك كاملة التعظم حيث يأخذ القاع الشكل الحام لحرفه ٧ . وقد تنقسم المعدة الى عدد من الأقسام في بعض المجموعات . ففي

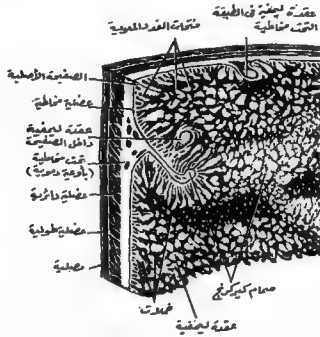


شكل ٢٥٦ - معدة مفتوحة لتبين الغرف الأربع المميزة للمجترات الراقية . (من برونكوف)

الطيور آكلة الحبوب تتكون غرفة مميزة بجدار عضلي صلب وهي القانصة شكلها ٢٥٢ ج - ٢٥٣ هـ (وتوجد بداخلها بعض الأحجار الصغيرة التي تعمل كمكينات للطحن تحل وظيفة محل الأسنان المغقودة . وفي الحافريات المجتررة زوجية الحافر كالبقرة والغنم والماعز والغزلان وغير ذلك - وهي من الثدييات - تتكون المعدة من أربع غرف محددة (شكل ٢٥٦) . والغرفتان الأولىان - وهما الكرش والشبكة - هما غرفتان للتخزين ، حيث يضغط الغذاء النباتي بتأثير الجدر العضلية حتى يصبح كتلة لينة كما يتعرض أيضا إلى تأثير الكائنات الدقيقة التي تكسر المواد النباتية المعقدة وتصنع منها مواد عضوية مفيدة يمتص بعضها منها في الكرش . وفي وقت الراحة يرجع الحيوان هذه المصفاة ليمضغها أو يجترها - إذا أردت أن تقول - ثم يرسلها ثانية عن طريق ممر جانبي إلى الغرفة ذات التلافيف حيث تصالغ مرة أخرى فيزيقيا ، ثم تصل أخيرا إلى الغرفة الأخيرة أو الانفحة . وفيها فقط توجد الأنواع الثلاثة من الطلائية الخاصة بمعدة الثدييات . وقد أصبح الآن واضحا أن الغرف الثلاث السابقة ليست جزءا من المعدة الأصلية ولكنها فترات جوهرية في النهاية السلفية من المريء .

الأمعاء : (أشكال ٢٥١ ، ٢٥٢ ، ٢٥٧ ، ٢٥٨) . تتم المراحل العظمى لعملية الهضم الحقيقية عادة في المعى الخلفي - الأمعاء متغيرة البناء . أما الأجزاء الأمامية لقناة الهضم فتتسلم وتنقل وتخزن وتجهز المواد الغذائية وتحدث في الأمعاء مع ذلك معظم أو كل العمليات الكيميائية للهضم بصفة مبدئية . وهنا فقط تتم في معظم الحالات الخطوة الهامة الأخيرة وهي امتصاص المواد الغذائية الصالحة للجسم .

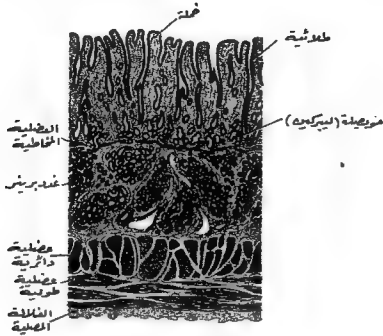
وتتقاسم الأمعاء مع الأعضاء الأخرى لقناة الهضم إنتاج الأنزيمات الهاضمة في الفقاريات المعاصرة . ويتكون كثير منها داخل نمو غدى خاص من الأمعاء هو البنكرياس ، وقد أصبحت المعدة في أغلب الفقاريات مركزا قليل الأهمية في إنتاج الأنزيمات . وقد تقوم حتى الغدد اللعابية بمثل هذه الوظيفة . وبالرغم من هذا فإن الأمعاء نفسها لا تزال هامة في افراز سلسلة من الأنزيمات من غدد صغيرة مطورة في جدرانها ، وإلى درجة ما في السطح الطلائي نفسه . وهذه الخلايا المكونة من خلايا عمودية بسيطة وظيفتها



شكل ٢٥٧ - جزء من جدار الأمعاء الدقيقة في الثدييات .
(من ماكسيمو وبلوم)

الاساسية امتصاص المواد المجهزة من الطعام بفعل الأنزيمات الهاضمة . وبمجرد اختراق هذا الجدار الطلائي فإنها تحمل إلى الشعيرات الدموية والليمفاوية المزودة بها الأمعاء بكثرة .

ولكى يتم الامتصاص على اكمل وجه فانه يتطلب مساحة من البطانة المعوية اكبر مما لو كانت الأمعاء قناة مستقيمة ذات جدار أملس . وقد سلكت كل الفقاريات - وخاصة الكبيرة منها - طرقا عديدة لزيادة هذا



شكل ٢٥٨ - قطاع في بطانة الاثنى عشر في الثدييات يوضح خمائل الامعاء وبينها الحويصلات وطبقة عضلية رقيقة (العضلية المخاطية) عند قاعدة المخاطية والغدد والغلاظة العضلية والغلاظة المصلية تواجه كلها التجويف السيلومي .
(عن يونج - حياة الثدييات) .

السطح . وذلك للعلاقة بين السطح والحجم - اى بين السطح الماص وكثلة أنسجة الجسم التى من اجلها يتمص الغذاء . وتتم هذه الزيادة في السطح الماص عن طريق تغيرات تركيبية في مستويات الجسم الثلاثة : ١ - ثنيات ميكروسكوبية الحجم لا حصر لها في بطانة المعى ، وهى التى تظهر بدائيا كشبكة من الحيويد الدقيقة بينما تكون في الفقاريات العليا عادة على شكل اصابع صغيرة لا يمكن عدّها هي الخمائل (شكلى ٢٥٧ ، ٢٥٨) . ٢ - وقد توجد في حالات كثيرة ثنيات كبيرة نوحا ما تضم الطبقة تحت المخاطية علاوة على الطبقة الطلائية (كما في ثنيات « كيركنج » في الثدييات) شكل ٢٥٧ . ٣ - تحدث نوات تركيبية كبيرة تزيد من مساحة السطح المعوى . ومن هذه التركيبات اثنان يستحقان الذكر . اولهما الامعاء ذات الصمام الحلزوني المعيز للفقاريات البدائية . وثانيهما الامعاء الانبوبية الاسطوانية الطويلة ذات اللفات الكثيرة التى تتكون في الاسماك كاملة التعظم ورباعيات القدم .

الأمعاء الحلزونية : (اشكال ١٨ ، ٢٤ ، ٢٥١ - أ - هـ)

توجد في كل مجموعة كبيرة من الأسماك نماذج لها طراز من الأمعاء يظن انه بدائى. بالنسبة للفقاريات وهو الأمعاء الحلزونية . وتوجد هذه الأمعاء في دائريات الفم من جهة ، ومن جهة أخرى توجد في جميع الأسماك العظمية ما عدا الأسماك كاملة التعظم . وهى مع ذلك تتكون بصورة واضحة في الأسماك الشبيهة بالقرش . ولا تنقسم الأمعاء في هذه النماذج الى أمعاء دقيقة وغلظية . وفيما عدا أنبوبة أمامية قصيرة تتصل بالمعدة ومنطقة مستقيمة خلفية قصيرة (حيث توجد غدة إضافية تفرز في القروش كلوريد الصوديوم) فان كل طول المعى الخلفى يتكون من الأمعاء الحلزونية ، وهى كبيرة تشبه السيجار في شكلها وتمتد الى الامام والخلف حيث تشغل اغلب طول البطن . وتركيبها الداخلى معقد ، فبالإضافة الى الثنيات الدقيقة فان مساحة السطح قد زيدت كثيرا بوجود الصمام الحلزوني ، وهو عبارة عن ثنية من الطبقة الطلائية والنسيج الضام تمتد بطريقة حلزونية من احد طرفي الأمعاء الى الطرف الآخر وتشبه الى حد ما مثقاب التجار داخل أنبوبة . وللصمام الحلزوني في قليل من القروش شكل مختلف غير أن له نفس التأثير . فقاعدة الصمام تامة التكوين وتلتف على شكل لفافة كبيرة تمتد على طول الأمعاء . وفي أى من الحالات فان السطح الداخلى يزداد كثيرا .

الأمعاء في الفقاريات العليا : مع ان الأسماك الرئوية والأسماك مشعرة

الزعانف الدنيا من بين الأسماك العظمية تحتفظ بالصمام الحلزوني إلا أن الأسماك كاملة التعظم من جهة والفقاريات الأرضية من جهة أخرى قد تركت هذا الصمام الى طراز جديد في تركيب المعى الخلفى ، وفيه تصبح الأمعاء عبارة عن أنبوبة رفيعة من غير ثنية داخلية كبيرة (شكل ٢٥١ ، ٢٥٢) ولكن قد تطول الأمعاء كثيرا على سبيل التمييز وفي الأسماك كاملة التعظم يكون اغلب طول القناة منطقة هضمية نشطة جدا ، ويلبها جزء قصير يؤدي الى الشرج . وينشأ في الأسماك كاملة التعظم تكوين خاص هو العود البوابية - الجيوب - التى أحيانا ما تكون عديدة في الطرف القريب من الأمعاء وتستطيع المواد الغذائية أن تدخلها حيث تمتص فيها .

وفي كل الأسماك كاملة التعظم والفقاريات الأرضية توجد اختلافات عديدة من حيوان الى آخر في طول الأنبوية ومن ثم في السطح المختص ويؤثر في طول الأمعاء عاملان : طبيعة الطعام ، والحجم المطلق للحيوان ؛

فالفداء النباتي يحتوى على كتل من السكريات المعقدة التي يصعب هضمها وامتصاصها ، ومن ثم فإن الأمعاء بشكل عام أطول في آكلات الأعشاب منها في آكلات اللحوم . وإذا أخذنا في الاعتبار الاختلافات في حجم الحيوان فأننا نواجه هنا مرة ثانية السؤال الخاص بعلاقة السطح بالحجم . فمع زيادة الحجم فإن حجم الجسم الذي يحتاج الى تغذية تكون زيادته أسرع من زيادة سطح الأمعاء ، وعندئذ لا بد أن يزداد طول الأمعاء بنسبة تفوق كثيرا زيادة الحجم للمحافظة على السطح المتص في الاتجاه الذي يتمشى مع الاحتياجات المطلوبة منه . ومن الأسماك كاملة النظم الى الثدييات تميل آكلات اللحوم الصغيرة الى أن تكون لها أقصر أمعاء ، في حين أن آكلات الأعشاب الكبيرة لها أطول الأمعاء .

ولا يوجد أى اثر للصلصام الحلزوني في أى حيوان من رباعيات القدم . ويحتوى عادة الجزء الأكبر من المي الخلفي على الأمعاء الدقيقة الرفيعة التي تكون ملفوفة الى درجة ما . وهى عادة أكثر تعقيدا في الطيور والثدييات عما هو موجود في الطوائف الدنيا . وهذا هو المركز الأعظم للمضم والامتصاص . وفي بعض الحالات (كما في الإنسان) يمكن تسمية مختلف الأجزاء إلا أن الفرق بينها طفيف جدا . وخلف الأمعاء الدقيقة يوجد عادة في رباعيات القدم الدنيا قطعة قصيرة ولكنها أكثر اتساعا ويظهر أنها تشبه على الأقل - في المعنى الواسع - القولون أو الأمعاء الغليظة ، التي هي منطقة نهائية من المي متقدمة في النمو في الثدييات . وكثيرا ما يوجد جيب خارجي صغير عند الطرف القريب للقولون في رباعيات القدم الدنيا . ويصبح هذا الجيب في الثدييات « الأمور » الذي يختلف في تكوينه والذي ينتهي بالزائدة الدودية في الإنسان وبعض الأنواع الأخرى . وقد يقال أحيانا أن الزائدة مغزى تطوريا ولكن يبدو أن هذا ليس هو الواقع ، وتظهر أهميتها الكبرى في أنها دعامة مالية لمهنة الجراحة . ولا يكون القولون حينما يكتمل نموه مكانا فقط لجمع البراز انتظارا لافراقه ، ولكنه في الواقع منطقة هضمية نهائية حيث تقوم البكتيريا التي توجد بكميات هائلة في القولون والأمور بهجوم أخير على السليولوز أو المواد الكربوهيدراتية المعقدة الأخرى . كما يحدث به امتصاص لبعض كميات الماء وبعض المواد الأخرى . وفي رباعيات القدم الدنيا والطيور تفتح الأمعاء من الخلف في المجمع ، وفي الثدييات الدنيا ينشأ مستقيم قصير من المجمع الجنيني ويؤدي الى فتحة الاست .

الكبد : وستتكم في ختام هذا الفصل عن عضوين هما : الكبد والبنكرياس اللذان ينموان جنينياً من اندودرم المي ، وترجع اهميتهما للافرزات التي يصبانها في الأمعاء ولوظائفهما في ايض الطعام الذي تم هضمه فعلاً .

واللهيهيم (شكل ٤) نمو خارجي من المي يشبه الكيس كما يشبه الكبد في موضعه ، الا ان مشابهته التركيبية غامضة ، ومع كل فالكبد الكبير الحجم موجود بصفة عامة في كل الفقاريات الحقيقية . وهو يتكون



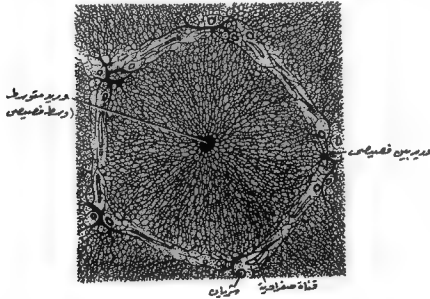
شكل ٢٥٩ - شكل توضيحي لطور متقدم في تكوين الكبد يبين العلاقة بين القنوات .

كما يرى من تاريخه الجنيني كجيب خارجي من المي تحت المعدة . وهو يبدأ تكوينه في المساريقا البطنية حيث يمتد الى الامام ليتصل بالفاصل المستعرض خلف القلب ، ثم يمتد بعد ذلك الى الخلف في التجويف البطنى ، الحقيقية على تنظيم داخلى مناسب وعلى حجم كاف . وعلى العموم لا يكون وليس للكبد شكل ثابت اذ ليست هناك حاجة الى ذلك ، فتتوقف وظيفتها الحقيقية على تنظيم داخلى مناسب وعلى حجم كاف وعلى العموم لا يكون الاندودرم - كما لاحظنا - سوى البطانة الرقيقة لقناة الهضم والند الهضمية ، كما ان مادة الاندودرم لا تسهم بقدر جسيم في تركيب الجسم الا في الكبد (وفي البنكرياس الى درجة اقل) .

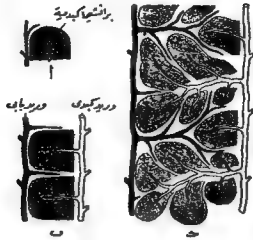
وقد يظهر بدايها ان الكبد قد تطورت عن غدة وانها في انشاء نموها الجنينى المبكر اخذ التركيب الفدى في الظهور (اشكال ١٩٨ ، ٢٠٦ ، ٢٤٨ ج ، ٢٤٩) . وكما تندفع الكتلة الرئيسية من انسجته نحو الامام تظل الكبد متصلة بالمى بجهاز قنوى . واحدى وظائف الكبد اليافضة هي انها تفرز سائلاً هو الصفراء او المرارة التى تتكون

جزئيا من المواد المسرفة ولكنها تتضمن املاحا معينة مفيدة تساعد على هضم الدهون . وتتجمع هذه المادة في قنات دقيقة من خلايا الكبد ثم تتركها عن طريق القناة الكبدية (شكل ٢٥٩) . وقد تخزن الصفراء في الحويصلة الصفراوية التي تتكون غالبا (ولكن ليس دائما) بجوار فرع جانبي هو القناة الصفراوية . وتصل الصفراء الى المعى اخيرا عن طريق قناة مرارية مشتركة .

ولست اعظم واجبات خلايا الكبد العديدة هي المرتبطة مباشرة بعملية الهضم ولكن بمعالجة المواد الغذائية بعد هضمها وامتصاصها في الجسم وتعمل الكبد كجزء من نشاطها كمستودع للتخزين وخاصة لتخزين الكربوهيدرات على شكل جليكوجين . وزيادة على ذلك فان الكبد تعمل « كمعجلات » كيميائية معقدة تفيد الجسم في مجموعه . فقد تتكون البروتينات هنا ، وقد تنفخ الدهون في التركيب ، وقد تتحول البروتينات والدهون الى كربوهيدرات ، وقد تتحول الفضلات الازوتية كالنشادر الى مواد اقل ضرا



شكل ٢٦٠ - قطاع في كبد حيوان ثديي بين فصيصا وأجزاء من الفصيصات الأخرى . وقد حقن الجهاز البابي من الأوردة (اسود) ليبين طريق الدم من الوريد بين الفصيصي عن طريق عدد من الجيوب الصغيرة من خلال صفائح الخلايا الكبدية الى الوريد الوسطي داخل الفصيصات وتري افرع قناة المرارة وكذلك الشريان الكبدي في الفاصل بين الفصيصي .
(عن نيچ حياة الثدييات) .

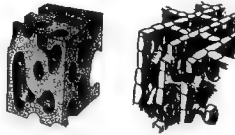


شكل ٢٦١ - شكل توضيحي يبين تكوين فصيصات الكبد . كتل من خلايا الكبد (برانشية) متجمعة حول أفرع الوريد الكبدي الخارج . أفرع الوريد البابي (وتلك الخاصة بالشريان الكبدي وقناة المرارة غير موضحة هنا) تتفرع خارج الفصوص المتكونة (من آرى من مول) .

كاليوربا وحامض البوريك . ومن أجل وظيفته العظمى كمستودع للتخزين وكمصنع بنائي تقع الكبد موقعا استراتيجيا في « الخط الرئيسي » للدورة الدموية . وكما يتضح من الوصف فيما بعد فإن كل الأوردة الحاملة للأغذية من الأمعاء تتجمع كجهاز كبدي بابي يرشح داخل أنسجة الكبد في سلسلة من الجيوب قيل أنه يصل إلى الدورة الدموية العامة في الجسم . ومن هذه الأوعية الصغيرة يكون لخلايا الكبد أول فرصة لاختيارها وتخزينه أو تقسوم بتحويله من المواد الغذائية التي تصل إليها من الجسم . -

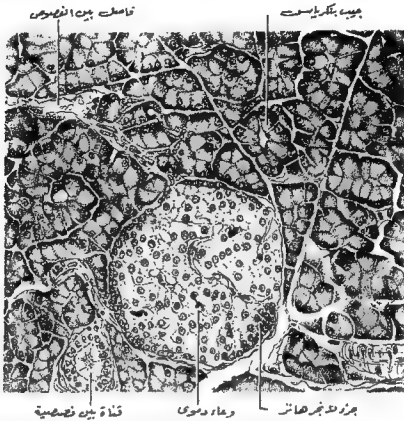
ولما كانت وظائف الأيض هي السائدة على الوظائف الإفرازية فإن نظام تركيب الكبد يعتمد على علاقته بالأوعية الدموية أكثر من اعتماده على القنوات الإفرازية . والنظام العام لتركيب الكبد هو ما يرى في شكل ٢٦٠ وفي صورة تخطيطية للتو الجيني في شكل ٢٦١ . والأنسجة مرتبة في كتل تسمى فصيصات ، ويكل فصيص وريد وسطي يحمل الدم إلى الأوردة الكبديّة والقلب . وتوجد خارج هذه الفصيصات (بالإضافة إلى أفرع القناة المرارية والشريانية الصغيرة) أفرع وريدية من الجهاز البابي . وتعتمد إلى

الداخل وفي اتجاه المركز نحو كل وريد وسطح عديد من الجيوب . ونسيج الكبد بين الجيوب له شكل اشربة او احبال من الخلايا . ومسح ذلك فان حقيقة هذه الاحبال الظاهرة هي مقاطع قطعت في صفائح من الخلايا (شكل ٢٦٢) توجد على شكل شبكة متشابكة حول الجيوب . وتتكون هذه الصفائح من خليتين في السمك ، وذلك في اغلب اجزائها ، ولذلك كانت كل خلية تواجه جيبا من جهة او من الجهة الاخرى ، اما في الثدييات فتتكون الصفائح من خلية واحدة في السمك .

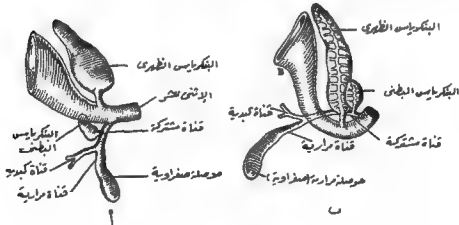


شكل ٢٦٢ - شكل تخطيطي مكبر لجزء صغير من فصيصات الكبد (كالدي بى فى شكل ٢٦٠) يبين تركيب صفائح خلايا الكبد . الصفائح منفصلة ومثقبة بقنوات تشغلها الجيوب اثناء الحياة . على اليسار : التركيب المثالى في الفقاريات الدنيا ، تتكون الصفائح عادة من خليتين في السمك . على اليمين : التركيب في الثدييات ، الصفائح تتكون عادة من خلية واحدة في السمك

البنكرياس : (شكل ٢٦٣ ، ٢٦٤) . مع ان الامعاء كما رأينا تفرز من جدرانها (او من غدد صغيرة مرتبطة بها ارتباطا وثيقا) أنزيمات خاصة تستعمل في الهضم الا ان اكبر مركز لانتاج الانزيمات قد انتقل مبكرا في تاريخ الفقاريات (وبكفاية اكبر) الى مكان خارجي اكبر وهو البنكرياس . ويمكن ملاحظة مراحل هذا الانتقال في السهم ودائريات الفم . ففي الحيوان الأول لا يوجد اثر لبنكرياس متكون ولكن توجد خلايا خاصة بالقرب من الطرف الامامى لقناة المعى لها خواص الخلايا البنكرياسية . وفي البطلى تكون هذه الخلايا تجمعات من الغدد الصغيرة في نفس هذه المنطقة . والبنكرياس في اغلب الفقاريات الاخرى تركيب معيز خارج الامعاء (اذا كان له شكل محدود نوعا) يقع في المسارقا الظهرية . ولكن يظهر البنكرياس حتى عندما يكون في تمام نموه كتنوعات عديدة منفصلة من الامعاء (كما هي الحال مثلا في الانسان



شكل ٢٦٣ - قطاع في بنكرياس الغار يوضح النسيج الإفرازي (الجيوب البنكرياسية) والجزر البنكرياسية . وتري أيضا قناة الجزء الإفرازي من الغدة والنسيج الضام الذي يفصل بين الفصوص . (من تيرنر) .



شكل ٢٦٤ - شكل توضيحي لطورين في تكوين بنكرياس الإنسان .
 أ - طور مبكر يبين البنكرياس الظهري (وهو الأصفر) والبنكرياس البطني .
 ب - طور متاخر عن أ فيه بداية التحام الجزئين الظهري والبطني للبنكرياس (من آري) .

شكل ٢٦٤) وتوجد نتيجة لهذه النشأة المتعددة اختلافات هامة في عدد القنوات البكرياسية ومكانها .

ووظيفة البكرياس الظاهرة وظيفة غدة لها قناة تنتج وتصب في الأمعاء عددا من الأنزيمات (أو حتى ما قبل الأنزيمات) التي تؤثر في المجموعات الثلاث الكبيرة من المواد الغذائية ، وهي المسئولة عن الجزء الأكبر من النشاط الهضمي للمعى . وبالإضافة الى هذا فان قطعا من الغدة عبارة عن غدد صماء في طبيعتها كما هو مبين في الفصل ١٧ .

الفصل الثالث عشر

الجهاز الإخراجى والتناسلى

ان النظرة المشتركة للجهازين البولى والتناسلى من الناحية الوظيفية تبدو انها غير معقولة ، حيث أن الإخراج والتكاثر لا يشتركان فى شيء . وعلى كل حال فإن الجهازين من الناحية المورفولوجية يرتبطان معا ارتباطا وثيقا ، ومن المستحيل ان نصف واحد منها دون اشارات عرضية الى الجهاز الآخر . وقد يرجع هذا الارتباط الى القرابة الجنينية ، فان الأعضاء الكبيرة للجهازين تنشأ فى مناطق من الميزودرم يقع بعضها بالقرب من بعض فى جدران الجلد بالقرب من الحافة العليا للتجويف السيلومى (شكل ٢٧٩) .

الأعضاء البولية

تركيب الأنبوبات الكلية ووظيفتها : تتكون الكليات المزدوجة بطريقة مختلفة فى جميع الفقاريات ، وتلك هى الأعضاء العظمى للجهاز البولى . واساس تركيب الكلية هو الأنبوبات الكلوية الدقيقة أو النفرون وتتصل هذه الأنبوبات المسددة بجهاز قنوى يؤدي أخيرا الى سطح الجسم فى الخلف .

والنمط الأكثر شيوعا للأنبوبات بين الفقاريات عامة هو ذلك الموضع تخليطيا فى شكل ٢٦٥ ا . وتوجد مثل هذه الأنبوبات فى أنماط مختلفة كالفروش والأسماك كاملة التعظم التى تعيش فى المياه العذبة والكثير مما يعيش منها فى المياه المالحة والبرمائيات . والجزء الانسى (القرب) هو الجسيمات البولية الكروية التى يوجد بداخلها « جمع » على شكل مجموعة منمنجة من الأوعية الدموية التى يمكن مقارنتها بالشعيرات الدموية (شكل ٢٢٦) . اما الجزء الوحشى (الخارجى) أو « المحفظة » فهو عبارة عن نصف كرة مزدوجة الجدران تكون النهاية القريبة للأنبوبية الأساسية ، ويلامس سطحها الداخلى تماما جدران الأوعية الدموية للجمع الذى تحتويه . ويتصل تجويفها بتجويف الأنبوبات المتتوية (١) التى تمتد

- (١) لاحظ أن اسم « الأنبوبة » يستعمل عادة بطريقتين : (١) كبديل لفرون أى أنه اسم لكل وحدة كلوية من الجسم البولى والأنبوبات المتتوية ، (٢) وتطلق أيضا بصورة اصح ولكن بتحديد أكثر على التركيب الأخير فقط

على طول جلدتها شبكة من الاوعية الشعرية . ويمكن التمييز عادة بين قطاعات في الجزء القريب والجزء البعيد للأنبوبة . وتتصل كل أنبوبة من الطرف البعيد - بطريقة تختلف في المجموعات المختلفة - بقنوات تؤدي الى الخارج .

ويتكون البول نتيجة لنشاط النفرون المتخصصة لافرازه والذي ينتج ظاهريا من الاوعية الدموية المتصلة به . ويتكون البول أساسا من الماء ولكنه يحتوى على مواد ذائبة كالألاح المختلفة ، وبالأخص المخلفات الأزوتية التي تكون عادة على شكل يوريا او حامض يوريك . وتتكون الوظائف التي يتم حدوثها من جزئين : (١) التخلص من المواد المسرفة و (٢) تنظيم الوسط الداخلى .

ومن المواد التي تنتج من عمليات الهدم في الخلايا تلك الناتجة من تكسير الكربوهيدرات والدهون وهي التي تتكون أساسا من ثاني أكسيد الكربون والماء ، والتخلص من هذه المواد لا يشكل مشكلة خطيرة . وتحتوى البروتينات على كل حال على أزوت وتتكون مخلفاتها من مركبات آزوتية بسيطة وبالأخص النشادر الذي هو سام للحيوان . وتحول هذه المواد عادة بسرعة في الكبد الى يوريا حامض البوريك الذي لا يضر . ولكن بالرغم من هذا فان التخلص من هذه المواد ضروري ، ولهذا تتحمل الكليتان المسؤولية الكبرى في ذلك كما تتحملان أيضا مسؤولية التخلص من المنتجات الضارة الأخرى التي قد تكون موجودة في الجسم .

أشرنا في الفصل الرابع الى ضرورة المحافظة على خلايا الجسم في جو مناسب يتضمن كميات مناسبة من املاح بسيطة خاصة ذائبة في السوائل التي تحيط بالخلايا . والمحافظة على كمية مناسبة من الاملاح تتطلب توازنا بين ما يؤخذ (أساسا عن طريق الأمعاء) وبين ما يخرج . فإخذ املاح كثيرة يتطلب وسائل إخراجية وأهمها أنيوبات الكلية . وتتطلب الاملاح القليلة في الدم ازالة الكميات الزائدة من الماء ويتم ذلك أيضا عن طريق غمـل الكلية .

وقد أصبحت اليوم الطريقة التي تعمل بها الكلية واضحة تماما . فتوجد عمليتان مختلفتان تختص الأولى منهما بالكرية البولية وتختص الثانية بالأنبوبة نفسها . ويوحى تركيب الكلية بأننا نتعامل مع جهاز

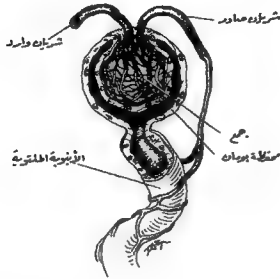


شكل ٢٦٥ - أنماط الأنبيوبات . ١ الى ج الأنماط الثلاث الكبيرة
 المشاعة في الفقاريات اليابسة . ١ - يظن أنه الأكثر بدائية - الكربة من حجم
 كبير وتوجد في صفيحيات الخياشيم والأسماك العظمية التي تعيش في المياه
 العذبة والبرمائيات ب - كربة صغيرة أو غير موجودة وهي من مميزات
 الأسماك كاملة النظم التي تعيش في الماء الملح والزواحف . ج - كربة كبيرة
 وتُشاهد عقد هنل ، وتوجد في الثدييات والطيور . د - وأنماط الأنبيوبات
 الكلوية . د - الأنبيوبة تمر من السيلوم الى قناة الكلية - الجمع اذا وجد
 في السيلوم لا تصبح أنبيوبة . هـ - غرفة سيلومية صغيرة خاصة تكونت
 للجمع . و - أصبحت هذه الغرفة محفظة للكربة البولية ، لا تزال
 الأنبيوبات متصلة بالسيلوم . ويؤدي غلق الفتحة السيلومية الى نمط من
 الأنبيوبات أكثر تقدماً .

ترشح يستخلص الراشح من بلازما الدم . وهذه هي حقيقة الحال كما
 يرى من السائل الذي تسجبه ماصة دقيقة من محفظة البرمائيات . ولا تمر
 من المرشح كرات الدم وجزيئات البروتين الكبيرة ، ولكن يحتوى الراشح
 هذا ذلك على جميع محتويات الدم ، فلا يتضمن الماء فقط ولا المظفات
 ولكنه يحتوى أيضا على مواد غذائية لها قيمتها وعلى الأخص الجلوكوز .
 وفضلا عن ذلك فان كمية السائل الراشح تكون كثيرة جدا . وقد حسب انه
 اذا كان السائل الذي يمر خلال جمعات الصفدة يطرد كله حقيقة من الجسم
 فان حوالى « باينت » (١) من البول يفرز يوميا من هذا الحيوان الصغير ، كما
 ان الإنسان قد يفرز حوالى ٥٠٠٠ جالونا .

(المترجم) .

(١) البايينت pint = ٥٦٨ .٥ من اللتر .



شكل ٢٦٦ - ذكرية بولية في الثدييات . وهذه الاوعية حول الانبوبة تاتي من الشريان . وفي الحيوانات التي لها دورة بابية بولية تحيط بالانبوبة شعيرات من هذا الجهاز (هن تيرنر) .

ومن الواضح ان شيئا من هذا لا يحدث . وهذا النشاط المتزايد للكرية البولية يعادله عمل الانبوبات الملتوية . وتفرز المواد المتخلفة بقدرة معين من خلايا الانبوبة الى البول عند مروره بها . والوظيفة الرئيسية للانبوبة هي على كل حال امتصاص الكثير من الراشح - بطريقة انتخائية - ويتضمن هذا الكثير من الماء (والا فان الحيوان قد يجف بسرعة) كما يتضمن ايضا اعادة امتصاص المواد ذات الاهمية وعلى الاخص الجنو والاملاح تاركا محتويات البول كماء ومخلفات آزوتية .

ويمكن ان نقول ان العمل يتم في النفرون بالترشيح من الجمع وتقوم الانبوبة بعمل التصفية الضرورية لهذه العملية .

اتماط الانبوبات وتاريخ الفقاريات : سواء اكان الماوى الاصلى للفقاريات هو الماء الصلب او الماء المالح فانه يشكل مشكلة هامة لمن يدرسون وظيفة الكلية وكذلك لمن يدرسون علم التقسيم وتاريخ نشأة الانواع. ويؤيد السجل الحفري بقوة ان الاسماك المبكرة كانت تعيش في الماء العذب وانها لم تفرز البهار الا اخيرا . ودراصة تركيب ووظيفة انبوبات الكليسة تؤدي الى نفس النتيجة .

وقد توجد ثلاثة أنماط من وحدات النفرونات في الكلية البانسة في مجموعة أو أخرى (شكل ٢٦٥ ، ٢٦٧) . (أ) ففي النمط الأول (شكل ٢٦٥) توجد كرية بولية ذات حجم واضح وتكون بصورة مميزة في أنواع مختلفة مثل البرمائيات وأسماك الماء العذب العظمية وصغينية الخياشيم ، ومن ثم تكون حصيلة الماء المفرز كبيرة . (ب) النمط الثاني (شكل ٢٦٥ ب) ؛ وهو الذي يوجد في كثير من الأسماك كاملة التعظم وفي الزواحف حيث تكون الكرية البولية صغيرة أو غير موجودة ؛ ولهذا فإن كمية الماء المفرز قليلة . (ج) النمط الثالث (شكل ٢٦٥ ج) ؛ وهو الذي يرى في الثدييات وإلى درجة أقل في الطيور حيث يكون الجمع كبيرا وتدخل في وسط الأنبيوبة المتوبة عقدة طويلة اضافية هي عقدة هنل ويظهر أن هذا النمط من الأنبيوبات ماص قوى للماء ؛ ولهذا فبالرغم من الإفراز الغزير للماء في الجمعات إلا أن ما يصل منه إلى المثانة قليل نسبيا .

ومن توزيع هذه الأنماط من الأنبيوبات بين الفقاريات يمكن ترتيب قصة متناسقة حول التاريخ البيئي للفقاريات . ويفترض أن النمط (أ) هو الأنبيوبة البدائية التي كانت موجودة في فقاريات الماء العذب ثم بقيت في الأنواع التي ما زالت تعيش في مثل هذا الماء . ويعيش مثل هذا الحيوان في وسط أكثر تخفيفا من سوائل جسمه ، ومن ثم يكون في خطر من الزيادة القصوى لتخفيف هذه السوائل عن طريق الضغط الأزموزي على أسطح الجسم والأمعاء (وهذا يؤدي إلى الموت) ، ولتجنب هذا يجب التخلص من كميات كبيرة من الماء ، ويتم ذلك عن طريق وجود كرية كبيرة . وعلى النقيض من هذا إذا دخلت سمكة إلى البحر فإنها تتعرض للجفاف بسبب الملوحة الزائدة في الوسط المحيط بها ، وعندئذ يجب الاحتفاظ بالماء وطرده كثير من الأملاح . وفي الأسماك كاملة التعظم البحرية فإن الكريات ذاتها ما نقل أو تفيج ويقل بالتالي تصريف الماء . وبالإضافة إلى هذا فإن الأسماك والمخلفات تفرز بواسطة خلايا الأغشية الخيشومية كما تفرز أيضا بواسطة الكليتين .

وللفقاريات البرية التي تعيش في بيئة جافة نفس مشاكل الأسماك البحرية إذ يجب الاحتفاظ بالماء . ويتم هذا في الزواحف الحديثة بنقص حجم الكريات البولية حيث يتبع ذلك نقص في إخراج الماء . أما الطنيسور والثدييات فقد كونتا طريقة مختلفة لحفظ الماء . ويوجد جمع عادي كبير الحجم كما أن هناك قدرة زائدة في الإخراج ، والأنبيوبات المركبة مع ذلك هي « مانع هندي » كما ينتج عن وجود عقدة هنل امتصاص كثير من الماء - والنتيجة إذا هي بول مركز سبب .



شكل ٢٦٧ - شكل توضيحي لأنثوبيات الكلى في الفقاريات المختلفة وكلها مصفوفة بنفس النسبة لتبين نسبة حجم المكونات في المجموعات المختلفة .
الجمع عند النهاية العليا في كل حالة والأنثوبيات موضحة كأنها مفردة .
الجمعات تامة التكوين في أغلب المجموعات وذات حجم كبير في الثدييات القسم وصفيحيات الخياشيم ولكنها صغيرة في الزواحف وغير موجودة في بعض الأسماك كاملة التعظم البحرية (هـ) . ولكل منها قطعة ملتوية .قريبة من الأنثوبية وقطعة متوسطة تتبعها أنثوبية ملتوية بعيدة . وتظهر في بعض الأسماك ، وتوجد في كل الأشكال البرية . القطعة المتوسطة تصبح عقدة هنل في الطيور (جزئيا) وفي الثدييات . وهذه العقدة قد تستطيل كثيرا في المجموعة الأخيرة .

١ - الجبريت ٢ - الوردك ٣ - أسكولين ٤ - سمك القط
٥ - سمك الصفدع ٦ - الصفدعة ٧ - الترسة الملونة ٨ ، ٩ الكتكات
١٠ ، ١١ - أرنب . (عن مارشال كيبوتون)

وخلاصة الدليل المقول الذي ذكر تؤدي الى ان وجود جمع كبير هو صفة بدائية وذلك لحاجة الفقاريات التي تعيش في الماء العذب الى مضخة مائية قوية . ولكن لا يزال في استطاعة الانسان أن يدافع عن نشأة الفقاريات في البحار ، ويعين الاعتقاد بأن السلف كان سمكة بحرية ذات جمع صغير فقط ، وأن تكوين الجمع الكبير اتى مؤخرا مع الانتقال الى الماء العذب . وثمة حقيقة أخرى يظهر أنها لا تتفق مع هذا الفرض الخاص بأن النشأة الاولى كانت في الماء العذب ، وهي أن أسماك القرش لها جمع كبير ومع ذلك فهي أسماك بحرية !

ومع كل فاسماك القرش هي التي تؤكد الدليل على أن النشأة كانت في الماء العذب ، وتميش سمكة القرش في وسط ذي تركيز ملحي أعلى من تركيز سوائل جسمها ومع ذلك فهي تخرج الماء خلال جمعائها الكبيرة دون كثير من المبالاة شأنها في ذلك شأن أسماك الماء العذب ، وهي تقوم بهذا دون أن تتعرض لخطر فقدان الماء بالضغط الأزموزي لأن القرش (بالإضافة إلى التخلص من الملح عن طريق الندة المستقيمة) يحتفظ بضغط أزموزي لسوائله الداخلية مساو أو أعلى قليلا من ذلك الموجود في ماء البحر من غير زيادة في تركيز أملاحه . ويتم هذا بطريقة خاصة وهي احتفاظه في مجرى الدم - وبدون ضرر ظاهر - بنسبة كبيرة من اليوريا التي ترفع التركيز الكلي للمواد الذائبة . ولذا يكون عندنا في أسماك القرش والأسماك كاملة التعظم التي تعيش في الماء الملح نطمان من اللامعة الكلوية للماء الملح يختلفان بمضهما عن بعض اختلافًا جلدريا . ويتضح من ذلك أن المجموعتين قد وصلتا إلى البحار منفصلتين وقد لامت كل منهما نفسها للبيئة الجديدة بطريقة تختلف تماما عن الطريقة الأخرى .

تركيب الأنبيويات البعالية : إن أنماط الوحدات النفرونية التي سبق شرحها هي أعظم مميزات الكلى في الفقاريات اليافعة . ومع ذلك توجد أنماط أخرى يقلب وجودها في الأجنة أكثر منه في الحيوانات اليافعة وبالأخص في الوحدات الأولى المتكونة وكذلك في الفقاريات الدنيا أكثر من الفقاريات المتقدمة ، ومن ثم فهذا سبب قوى لكي نعتبرها بدائية في طبيعتها . وفي هذه الأنماط (شكل ٢٦٥ د - و) توجد غالبا فتحة قمعية مهدبة تفتح من التجويف السيلومي إلى الأنبيوية ، وقد يوجد أحيانا جمع مثالي ، ولكن في بعض الحالات يقع المجمع في التجويف السيلومي ، وقد لا يوجد مطلقا في حالات أخرى . وفي المنشأ قد تصفى أنبيويات الكلية السوائل الزائدة والبقايا المتراكمة في التجويف السيلومي، إما تكوين الجمع واتضمامه إلى الأنبيويات فمن المحتمل أن يكون تكوينها متاخرا .

وتوجد لمعظم مجموعات اللافقاريات - وحتى الحيوان الحلي المعروف السهم - تراكيب إخراجية مختلفة نوعا في طبيعتها تسمى

بالنفرديا . وهي لا تشبه نفرون الفقاريات التي يظهر أنها تكونت مستقلة اساسا كمضخة للماء وذلك لتلائم المعيشة في الماء العذب . ومن المحتمل ان النفريديا كانت موجودة في اسلاف الفقاريات كما هي في السهم . ولكن « باختراع » الانبيوبات الكلوية في الفقاريات — وهي التي تستطيع ان تمتص بالفضلات بالإضافة الى وظيفتها الكبرى كطاردة للماء — فان النفريديا اذا وجدت تصبح زائدة ومن الممكن الاستغناء عنها .

ترتيب الجهاز الكلوى : ان ما وصفناه من قبل هو طبيعة الوحدات الميكروسكوبية الكلوية ، وسنشير الآن الى تركيب هذه الوحدات الاخراجية وجهاز القنوات التي تؤدي الى التركيب الكبير للجهاز البولى .

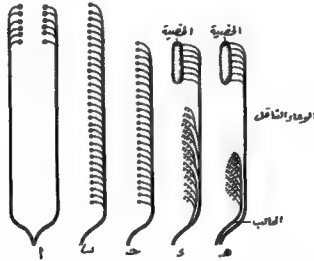
وكما يرى في معظم الفقاريات فان نظام الجهاز الكلوى يظهر انه. هلمح الانسجام ، اذ يتكون من زوج من الكلى المنضغطة التي تبرز في التجويف البطنى من حداره الظهري وزوج من القنوات تبدأ منها وتؤدي الى مشانة وسطية . وتبين الدراسة ان هناك اختلافات اساسية من مجموعة الى اخرى ، فالكلى والقنوات والمثانة تختلف في طبيعتها وتركيبها .

ولهذه الاختلافات سببان رئيسيان : ١ — تختلف الكلى من معظم اعضاء الجسم بانها لا بد ان تبدأ وظيفتها في مرحلة مبكرة كي تمتص بالمخلفات الجنينية ، ولهذا فلا بد ان تتكون بسرعة كلية جنينية تقوم بهذه الوظيفة . ومع كل فهذه الكلى تكون عرضة للتجور او الابدال في المراحل الجنينية المتأخرة وفي مرحلة البلوغ . ٢ — تقع الاعضاء التناسلية بجوار الكليتين وتميل الخصيتان — على الاخص — الى غزو الجهاز البولى محتضنة جزءا من انابيبه وقنواته من اجل انتاجها ، وبالتالي تسبب تحورا ظاهرا في الاعضاء البولية .

ويمكن ان تبدأ مناقشتنا عن تركيب الكلى بوصف تركيب وتكوين كلية بدائية « مثالية » يمكن تسميتها « النفروس الكامل » وقد إشرنا في قصتنا الجنينية الى أنه يوجد في الميزودرم على كل جانب من جانبي الجسم شريط من النسيج المكون للكلى يقح بين القطع الجسمية والصفحة الجانبية ، ويظهر فيه غالبا التقسيم العقى الى مجموعة من القطع الكلوية الصغيرة (اشكال ٦٢ د ، ٦٧ ج) . ومن المحتمل ان كل قطعة كلوية تعطى انبيوبة بولية في اسلاف الفقاريات . وكما هي الحال في القطع

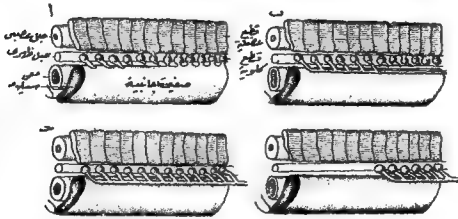
الجسمية فان تشكل القطع الكلوية يحدث في الجنين من الامام الى الخلف ، فتلك التي توجد في الامام هي اقدم اعضاء مجموعات الانبيوبات بينما تلك الموجودة في النهاية الخلفية هي آخرها في التكوين .

وسرعان ما تتكون في الجنين قناة طويلة على كل جانب تجمع البول من مجموعة الوحدات المرتبة عقليا . وغالبا ما تتحد القناتان قبل ان تفرغا محتوياتهما للخارج في منطقة الجمع . وهذه القناة الكلوية البائية تسمى هنا قناة الكلية (١) القديمة والقناة مثل الانبيوبات تنشأ



شكل ٢٦٨ - اشكال توضيحية لانماط الكلى . ١ - الكلية الامامية (جنينية) ب - النفوس الكامل نظريا (كل عقلة جسمية لها انبيوبة واحدة) مثل ما هو موجود في جريث صغير او برمائي غديم الأرجل . ج - الكلية الخلفية . ٢ - الكلية الامامية مختصرة او متخصصة . الانبيوبات مرتبة عقليا كما في الجريثات . د - كلية خلفية مثالية . تتضاعف الانبيوبات في القطع الخلفية . وقد تأخذ الخصية الجزء الامامي من الجهاز كما يوجد اتجاه لتكوين قنوات كلوية اضافية (اغلب الارهليات) . ه - الكلية الخلفية في الرهليات . هي كلية خلفية مع قناة واحدة اضافية هي الحالب الذي يجمع من كل الانبيوبات . في ١ - كلا جانبي الجسم موضحان أما في ب الى ه فالوضع جانب واحد فقط (قارن شكل ٢٨٨) .

(١) قناة وولف وقناة الكلية الامامية وقناة الكلية المتوسطة كلها أسماء تطلق على نفس القناة في أطوار تكوينية مختلفة .



شكل ٢٦٩ - شكل توضيحي للجزء الامامى من الجذع في الجنين (الجلد منزوع) لبيان تكوين قناة الكلية القديمة . ١ - اقصى الامام - الكلية الامامية - القنطرة الكولية تكون انبيوبات تميل للاتحام في الخلف ب - انبيوبات الكلية الامامية وقد كونت القناة . بعض القطع الكولية في الخلف تكون انبيوبات تتصل بالقناة . ج - الانبيوبات في اقصى الخلف اتصلت مع القناة . د - الكلية الامامية فقدت ولكن قناة الكلية القديمة التي تكونت منها تبقى لتصفي من الجزء الخلفى من الكلية .

من الميزودرم . وهى تنشأ غالبها من التحام اطراف الوحدات الكولية الموجودة في اقصى الامام واولها تكونت (شكل ٢٦٨ ، ١ ، ٢٦٩ ، ب) وهى تنمو نحو الخلف على طول السطح الجانبي للقطع الكولية (او شريط النسيج المولد للكلية) وكلما تكونت الانبيوبات اكثر في الخلف فانها تنمو نحو الخارج لتتحد معها (شكل ٢٦٩ هـ) . والنتيجة النهائية هى كلية كاملة مثالية . كلية لها انبيوبة واحدة في كل قطعة من قطع الجسم وعلى كل من جانبيه ، وتصفى هذه المجموعات خلال زوج من القنوات الكولية القديمة (شكل ٢٦٨ ب) .

ومثل هذه الكلية الكاملة المثالية توجد في يرقات الجريئات والبرمائيات عديمة الارجل فقط . وفي الاطوار اليافعة حتى لادنى الفقاريات المعاصرة جزء الجهاز الانبيوبى الكلوى في اقصى الامام وهو الاول في التكوين متخصص ويتحلل . وتسمى هذه الانبيوبات الامامية بالكلية الامامية (اشكال ٢٦٨ ، ١ ، ٢٦٩ ، ٢٧٠) . والجزء المتبقى من الجهاز الكلوى - وهو الذى تتكون منه بطريقة او باخرى كلية الحيوانات اليافعة الفقارية المعاصرة - قد

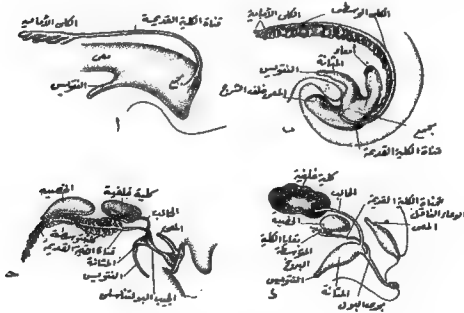
يسمى في مجموعه بالكلية الخلفية أو « كلية الظهر » (شكل ٢٦٨ ج ، د) .
وتختلف هذه الكلية الخلفية عادة عن الكلية الكاملة (أو النفروس الكامل)
نظريا في ثلاث خصائص : (١) الأنبيوبات الامامية (الكلية الامامية) قد فقدت -
(٢) يختفى التنظيم العقلى البسيط في الحيوانات فوق مستوى الجريشات -
(٣) تستعمل قناة الكلية القديمة في أغلب مجموعات الفقاريات لنقل الحيوانات
النوية ، وقد تتكون قناة بولية جديدة .

تكوين الكلية في الرهليات : لكى نبين ما يقابل عكس الكلية الكاملة
المثالية تماما سوف تبتعد عن التسلسل المنطقى ونصف نمو الكلية في حيوان
رهلى ، وعلى الأخص في حيوان ثديى . ففى الثدييات وفى أثناء عملية تشكيل
الميزودرم تتكون مجموعات قصيرة من الأنبيوبات عند الطرف الخلفى للرأس
ومنطقة الرقبة مستقبلا لكلية امامية ، وعلى اتصال بهذه المجموعات تتكون
قناة الكلية القديمة التى تنمو سريعا نحو الخلف حتى منطقة المجمع
(شكل ١٢٧ أ) . وتقوم هذه الأنبيوبات بوظيفتها لمدة قصيرة ثم تتلاشى .
وفى هذه الأثناء يستمر تشكيل الأنبيوبات نحو الخلف بدون انقطاع لى
تكون تركيبا كلويا جنينيا ثانويا هو الكلية الوسطى (شكل ٢٧ ب)
التي تقوم بوظيفتها فى معظم الحياة الجنينية فى الثدييات ، وقد تبقى
الى ما بعد الولادة فى الزواحف . وقد تكون أنبيوبات الكلية الامامية أحيانا
أثرية وبدون كريات كلوية . وعلى العكس من ذلك تكون العناصر المكونة
للكلية الوسطى المثالية كاملة التكوين ، وهى تكون فى البداية تنظيما قطعيا ،
ولكن يحدث بعد ذلك تضاعف فى عدد الأنبيوبات يختفى معه الشكل
القطعى .

وباستمرار النمو تتلاشى الكلية الوسطى أيضا وتقوم بوظيفتها الكلية
الخلفية وهى الكلية الصالحة فى الجنين المتأخر والحيوان
الثديى البالغ . وتنشأ هذه الكلية (شكل ٢٧ ج ، د) من
أقصى الجزء الخلفى للنسيج المولد للكلى والذى يكون كتلة منضغطة فى سقف
المنطقة القطنية للتجويف البطنى . ويتكون فيها عدد كبير من الأنبيوبات الكلوية
وهى تشبه أسلافها فى أنها لا تفتح فى قناة الكلية القديمة ولكن بدلا من ذلك
فهى تصرف عن طريق قناة جديدة هى الحالب الذى ينشأ من قناة الكلية
القديمة بالقرب من نهايتها الخلفية ثم ينمو الى أعلى وإلى الامام ليدخل
الكلية الأخيرة ، ويتصل بأنبيوباتها المتكونة حديثا .

ترى من هذه القصة تكوين ثلاثة تراكيب كلوية متتابعة في أجنة الرهليات - الكلى الأولى والكلى الوسطى والكلى الأخيرة . ويقال في الغالب ان هذه الثلاثة هي ثلاث كليات متميزة تتتابع الواحدة بعد الأخرى في تاريخ السلالة كما تتتابع في التاريخ الجنيني . ومع ذلك وعند أمعان الفكر قد يظهر انه لا يوجد سبب قوى لتصدق هذا . ويمكن شرح الاختلافات بسهولة على أسس وظيفية . فالثلاثة تظهر كأنها أجزاء متخصصة من الكلية الكاملة الأصلية التي تقوم بوظائف مختلفة .

أنبيوبات الكلى الأولى متفجرة وغالبا ما تكون اثنية في طبيعتها ، ولكن ليس هناك حد فاصل في التركيب بينها وبين أنبيوبات الكلى الوسطى التي عليها مباشرة . وصفتها المميزة الوحيدة هي أنها تكون هنا قناة الكلية



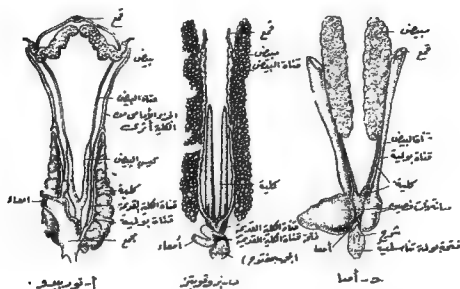
شكل ٢٧٠ - رسوم توضيحية تبين الكلية الأخيرة لجنين حيوان رهلى (ذكر) كما يرى من الجهة اليسرى . أ - الكلى الأمامية والقناة متكونتان . ب - الكلية الوسطى متكونة جزئياً . ج - الكلى الأولى متلاشية . الجزء الخلفى من الكلى الوسطى عامل . الحالب متكون وتبدأ الكلى الأخيرة في التكوين . د - طور محدد : الكلى الوسطى تلاشت وتستخدم الأنبيوبات والقناة فقط لنقل الحيوانات النوية والكلية الأخيرة هي الكلية العاملة .

القديمة . ولكن ليس هناك شيء هام أو غير واضح حقيقة بالنسبة لهذا ، إذ ان هذا هو ما يحدث عمليا . فعندما تتكون الأنبوبات الأولى تبدأ في العمل مباشرة . ولا يتأخر تكوين القناة البولية حتى تتكون الكلية كلها كما لا تتأخر الأنبوبات الامامية بعد ذلك طويلا .

وتتميز سريعا في الرهليات الكلية الوسطى والكلية الخلفية . والكلية الأخيرة أكبر حجما واتساعا ومزودة بقناة واضحة . ولكنها مع كل ذلك تتكون من جزء - حتى ولو كان هذا الجزء عريضا جدا - من نفس شريط الأنسجة ، الذي يكون الكلية الامامية والكلية الوسطى في الامام . ويرجع ظهور قناة خاصة الى استحالة تصريف منتجات جميع هذه الأنبوبات الكثيرة العدد المتكونة من هذا النسيج في قناة الكلية القديمة (علاوة على ان القناة القديمة تستعمل في نقل الحيوانات المنوية) . وكلتا الكليتين الوسطى والخلفية اجزاء من الكلية الخلفية . وتتكون الأولى سريعا لتؤدي وظيفتها في الجنين اثناء التكوين البطيء للكلية الأخيرة المعقدة .

كلية الرأس : في الاسماك الشبيهة بالقرش والرهليات تكون الكلية الامامية قصيرة العمر جدا . وعلى العكس من ذلك توجد حالات في الاسماك الاخرى وفي البرمائيات (ذات البيض المحي الصغير) حيث يفسر الجنين لان ينشط في البحث عن الميرقات ليتغذى في طور مبكر . وتبقى الكلية الامامية في مثل هذه الرقات لتؤدي حاجتها الاخراجية ، وهي مع ذلك متخصصة للغاية وتسمى بكلية الرأس نتيجة لموضعها الامامي . وتتناقص عدد الأنبوبات التي تكونها الى واحد او ثلاث انبوبيات ملتوية كبيرة تقوم بمشركة بوظائفها بتصفية السوائل من جمع واحد كبير يقع في جيب خاص من التجويف السيلومي . وتختفى قادة كلية الرأس الرفيعة هذه في الحيوان البالغ (وغالبا ما تمثلها كتلة من النسيج اللينفي) ولكنها تبقى مدى الحياة في الجريشات وكثير من الاسماك كاملة التمثل .

الكلية الخلفية في اللافهليات : (اشكال ٢٧١ ، ٢٧٢ ، ٢٧٣) . ان التمييز بين اجزاء الكلية الوسطى والكلية الخلفية في الفقاريات الدنيا لا يكون واضحا كما هي الحال في الحيوانات الرهلية ، ومن المستحسن تسمية كل التركيب بالكلية الخلفية والتركيب بسيط جدا في الجريشات ، فالكلية الطويلة الرفيعة لها عدد صغير من الأنبوبات مرتب اساسا على نمط عقلي بطول الجذع وتسمى جميعها مباشرة عن طريق قناة الكلية



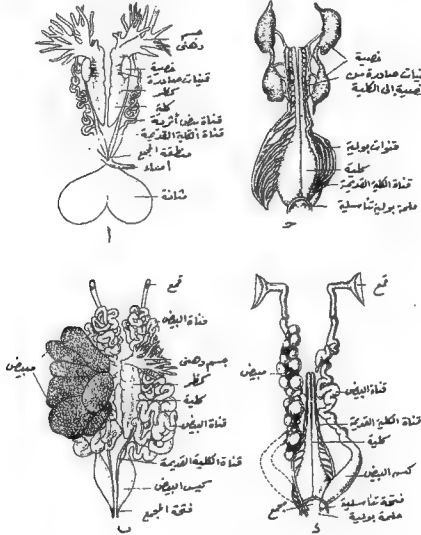
شكل ٢٧٢ - منظر بطني للجهاز البولي التناسلي للأنثى في أ - صفحي
الخياشيم « توريدو » . ب - السمكة الرئوية « بروتيرس » وج -
سمكة الأميا المشععة الزعانف البدائية (في التورييدو غدة القشرة غير
متكونة) . (أ عن يورسيا ، ب - عن باركر وكسر ، ج - عن هيرل
وجودريش) .

الخلفية الطويلة الى التناقص بينما يزداد الجزء الخلفي في الاتساع كثيرا مع
تضاعف كبير في عدد الأنبوبات وبدل هذا على ما يحدث في الرهليات (*) .
ويوجد علاوة على ذلك تقارب نحو حالة الرهليات في جهاز القنوات . وقد
يظل جزء من التصفية البولية عن طريق قناة الكلية القديمة ، ولكن هناك
اتجاها قويا في الأسماك الشبيهة بالقروش والبرمائيات لتكوين قنوات منفصلة
تشير الى تكوين الحالب في الرهليات وميل الى ترك القناة القديمة خالصة
لنقل الخيوانات المتوية في الذكر .

كلية الرهليات : كما قد وضع من هذا اللخص للتاريخ السلفي لتكوين
الكلية في الفقاريات الدنيا ومن وصفنا السابق لنمو الثدييات فان كلية
الرهليات نوع نهائي متخصص ، حيث هناك ميل نحو التركيز في الخلف

(*) الضفادع هنا (كما هو في الغالب) شاذة ، لانه لكي تتناسب مع
الجسم القصير جدا تصبح الكلية تركيبا مدمجا وقصيرا .

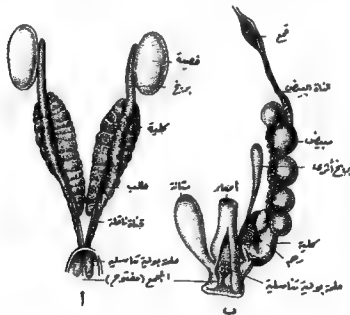
وتكوين جهاز قنوى جديد يصل الى القمة في التكوين مع ايجاد حالب مستقل .
ويقوم الجزء الامامى للكلية الخلفية القديمة بوظيفته في الجنين فقط ،
وتتكون الكلية في الحيوان البالغ بالتوسع الكبير في النسيج الكلوى نحو



شكل ٢٧٣ - الجهاز البولى التناسلى فى البرمائيات : ١ ، ب
الأعضاء الذكرية والانثوية للصفدة (رانا) . فى ب - البيض (مبيض)
فقط فى الجانب الايمن للجسم) ، حالة قريبة جدا من التضج الجنسى .
الثانة والأمعاء غير موضحين فى ب ، ج ، د - الأعضاء فى ذكر وأثنى
حيوان برمائي ذلى (سلامندر) . فى ج - القنوات البولية فى الجهة
اليمنى فصلت ونشرت لظهار اتصالها بالكلية . فى د - مبيض الجهة اليمنى
هو الموضح فقط : قناة المبيض لنفس الجهة نزلت جزئيا لظهار القنوات
البولية الخلفية . مناظر بطنية (١ ، ب عن مالك ايون) .

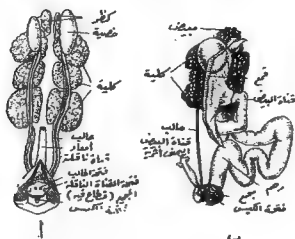
مؤخرة الجذع (راجع شكل ٢٦٨ هـ : ٢٧٧ هـ) . وتكون الكلية البعيدة أو الخلفية في الزواحف (شكل ٢٧٤) غالبا مشرشرة في مظهرها ، وتحتوى في العظام « السحالي » على عدد من الأنيبوبات الكلوية التى قدر عددها في أنواع مختلفة بأن يتراوح بين ٢٠٠٠ د ٢٠٠٠٠ ، والكلية بالمثل في الطيور (شكل ٢٧٥) مفصصة تماما وتحتوى على عدد كبير من الأنيبوبات التى تبلغ ٢٠٠٠٠ في الدجاجة على سبيل المثال . ويتناسب هذا كما يظهر مع النشاط الأبيض الكبير في الطيور ، ومن ثم إلى ازدياد الحاجة إلى التخلص من النفايات . وعدد الأنيبوبات كبير أيضا في الثدييات ، فيظهر أن للفأر حوالي ٢٠٠٠ وفي الثدييات الكبيرة مثل الإنسان أو البقرة قد يصل العدد إلى الملايين .

وكلية الثدييات (شكل ٢٧٦) تركيب مدمج وغالبا ما تشبه في الشكل حبة الفول ولها تجويف هو السرة التي تدخل من خلالها الاوعية الدموية



شكل ٢٧٤ - الأعضاء البولية التناسلية في الزواحف . ١ - الأعضاء الذكرية في السلحفاة «الورل» . ب - الأعضاء الأنثوية في «الاسفينودون» . في ١ - حذفت المثانة . في ب - نرى المثانة وقد أزيلت إلى أحد الجانبين . في ب - الأعضاء الموجودة على الجانب الأيسر فقط هي الموضحة .

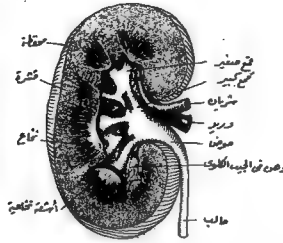
منظر بطنية (١. عن فاندبروك ؛ ب - عن اوساوا)



شكل ٢٧٥ - الأعضاء البولية التناسلية في الحمامة . ١ - ذكر ، ب - أنثى الكيس (الفابري) عبارة عن جيب وظيفته غير معروفة بفتح في الجهة الظهرية للمجمع في الطيور (١ عن روسيلر ولامبرخت : ب - عن باركر) .

والحالب . ويتسع الحالب داخل الكلية ليكون الحوض الكلوي الذي ينقسم أحيانا الى عدد من الاقماغ تفرد من داخلها الانيوبات الجامعة . وفي قطاع في الكلية يظهر انها تتكون من قشرة ونخاع ، ويضم الاول الجمعات والانيوبات المتوية ، أما الاخير (وهو مخطط في مظهره) فيحتوى على عقد هسبل والانيوبات الجامعة .

ونستطيع ان نتعرض هنا ونذكر طبيعة الامداد الدموي الى الكلية . فوظيفة الترشيح الكبرى التي تقوم بها الجمعات لها في كل الحالات امداد دموي عن طريق افرع من الاورطي . ففي ذائريات الفم من جهة وفي الثدييات من جهة اخرى يكون كل الامداد الدموي الى الكلية امدادا شريانيا . ومع ذلك ففي كل المجموعات التي تتوسطهما من الاسماك ذات الفكوك الى الزواحف والى درجة خفيفة جدا من الطيور نجد امدادا دمويا اضافيا في الجهاز الكلوي البائي (قارن شكل ٣٣٠) : ولا بد للدم الوريدي في طريقه الى القلب من الذيل او من الأرجل الخلفية او من كليهما ان يمر في جهاز من الشعيرات الدموية داخل الكلية . ويغمر الانبوبات اللتوية ولكنه لا يختصر أبدا بالجمعات .



شكل ٢٧٦ - قطاع في كلية ثديية

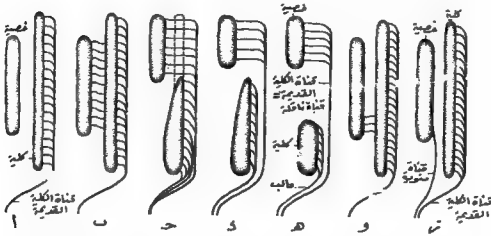
(عن ويندل)

تطور القنوات البولية (شكل ٢٧٧ ، ٢٨٨) . في كلية

الفقاريات البدائية - كما يرى في دائريات الفم - يكفى زوج واحد من القنوات الكلوية القديمة لتصفية البول . وتطرح الحيوانات المنوية والبويضات في دائريات الفم داخل التجويف البطنى في طريقها الى الخارج . وفي الفكيات مع ذلك تصبح الأنبيوبات المنوية على اتصال بالأنبيوبات الكلوية وتستعمل قناة الكلية الأصلية كمر لها . وفي قليل من الفقاريات الحديثة من الأسماك الرئوية الاسترالية ومشععة الزعانف الدنيا والضفدعة الشائعة وقليل من البرمائيات الأخرى - تقوم هذه القناة بنقل الحيوانات المنوية والبول في نفس الوقت ، وعادة ما يكون القيام بهذه الوظيفة الثنائية الثقيلة غير كاف ، ولهذا يظهر أن هناك (هكذا نقول) تضالا بين الأجهزة البولية والتناسلية على تملك قناة الكلية القديمة .

وكان الجهاز البولى هو الفائز في حالة الأسماك العظمية . وفي الأسماك الرئوية الإفريقية والوجود في جنندب أمريكا والبوليطرس (شكل ٢٧٧ و . قارن شكل ٢٧١ ج. وشكل ٢٨٨ ج تدخل الحيوانات المنوية قناة الكلية ولكن بالقرب من نهايتها الخلفية فقط . أما في الأسماك كاملة التعظم فقد تكونت قناة مستقلة منفصلة لنقل الحيوانات المنوية . أما قناة الكلية

القديمة فقد عادت الى وظيفتها البولية. الاصلية (شكل ٢٧٧ ز فارن
شكل ٢٧١ د ، ٢٨٨ د) .



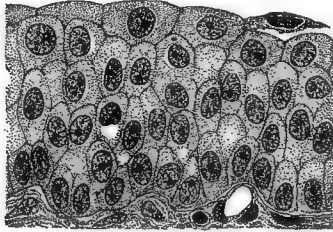
شكل ٢٧٧ - اشكال توضيحية لتخصص القنوات البولية والتناسلية
في ذكور الفقاريات المختلفة . منظر بطنية والجانب الأيسر هو الموضع
نقط . ١ - الحالة في دافريات الفم : قناة الكلية القديمة وحدها للجهاز
البولي والنسل غير مشترك .

ب - حالة يظهر أنها بدائية للكلية توجد في الاسترجون وأبو منقار :
تصل الخصية في مناطق مختلفة بالكلية ومن ثم بقناة الكلية القديمة . ج -
حالة بعد (ب) كما يرى في كثير من القروش والبرمائيات الدبيلة : اتخذت
الخصية الجزء الأمامي للكلية الاصلية اما الجزء الخلفي العامل من الكلية
فيميل الى التصفية بعدد من القنوات الشبيهة بالحالب . د - حالة لكثير
تقدما في اتجاه الرهليات . توجد في بعض القروش . والبرمائيات الدبيلة
اذ تتم تصفية الكلية عن طريق قناة واحدة تشبه الحالب . في الاناث (غير
مرسومة) لأنواع المثلة بذكورها في ج ، د - يكون الاتجاه نحو تكوين
قنوات جديدة لتصفية الكلية غير محدد تماما كما هو في الذكور . والحالة
المبينة في - د - قد وصلت اليها اناث قليلة من الحيوانات تحت مستوى
الرهليات . هـ - حالة الرهليات : حالب واحد مستقل يوجد في كلا الجنسين
د ، ز - اسماك رثوية واسماك كاملة التعظم توضح التخصص بالاسماك
العظمية الحديثة : تميل الخصية الى تركيز اتصالها في اتجاه النهاية الخلفية
للكلية (كما هو في و) وفي الاسماك كاملة التعظم تتكون قناة منوية
منفصلة تاركة قناة الكلية القديمة لتقوم بوظيفتها البولية الاصلية . لاحظ
ان قناتي المنى والبول في - ز - لا يمثلان على الترتيب القناة الناقلة
والحالب كما قد يبدو لأول وهلة .

في كل الفئات الأخرى اتجه النضال نحو الطريق الآخر . فقد اختصت قناة الكلية القديمة بنقل الحيوانات المنوية في الذكر ، وهناك تكوين جزئي أو كلي لقنوات جديدة لتصرف البول . وتوجد في شكل ٢٧٧ ج - د رسوم توضيحية للأطوار التي تمر بها هذه العملية كما تحدث في صفيحية الخياشيم من جهة والبرمائيات من جهة أخرى . وفي كلتا المجموعتين (كما قد ينتظر) يتقدم تكوين قنوات كلية جديدة من ناحية تطور الإجناس ، ويكون أبداً في الإناث - حيث لا توجد منافسة - منه في الذكور . والطور الأول في التخصص هو الذي تتكون فيه قنوات بولية جامعة قصيرة تصب في الجزء الخلفي من قناة الكلية القديمة . ويوجد غير ذلك في كثير من البرمائيات وإناث القروش طور آخر تكون فيه الأنابيب البولية في أقصى الخلف متجهة وحدها إلى المجمع ، في حين أن الأنابيب البولية الموجودة في أقصى الأمام لا تزال تصب في القناة القديمة . والتكوين النهائي الذي تصل إليه ذكور القروش - وبطريقة موازية في قليل من ذكور البرمائيات - هو الذي تتحدد فيه كل القنوات من الكلية لتكون قناة واحدة تؤدي مستقلة إلى المجمع تاركة قناة الكلية القديمة خالصة لنقل الحيوانات المنوية . وهنا نصل إلى تكوين قناة بولية جديدة تقارن بالحالب الذي سبق وصفه كقناة عاملة في رتب الفقاريات الرهلية العالية .

الثانة البولية : تتكون في أغلب الفقاريات مثانة من نوع ما ككيس قابل للتمدد من الممكن أن يختزن فيه البول . ففي إناث الأسماك صفيحية الخياشيم وبعض الأسماك العظمية الأكثر بدائية . (أشكال ٢٧٢ ج ، ٢٩٢ د ، هـ) تتكون مثانة بولية صغيرة من الأطراف الخلفية المتصلة لقنوات الكلية القديمة نفسها أو عند الطرف الخلفي لكل قناسة . وفي ذكور الأسماك صفيحية الخياشيم تنقل قنوات الكلية القديمة الحيوانات المنوية ولا تتكون مثانة على طولها ولكن قد يوجد اتساع صغير يشبه المثانة في القنوات البولية الإضافية التي تتكون في هذه المجموعة . ولكن في دائريات الفم وفي الأسماك كاملة التعظم (شكل ٢٧١ د ، ٢٩٣ أ) قد تتكون مثانة من جزء منقبض من المجمع .

وهذا النوع الأخير من التكوين هو الذي تتكون به المثانة في الفقاريات الأرضية ، وفي رباعيات القدم تكون المثانة مفيدة كإجراء صحي ، وفي كثير من الحالات (كما في الضفادع والسلاحف) كمصدر يمكن أن يمتص منه الماء لمقاومة الجفاف في الظروف الأرضية . وتنمو المثانة في البرمائيات والزواحف



شكل ٢٧٨ - قطاع في مثانة حيوان ثديي بين الطلائية الانتقالية ويري هنا النسيج الطلائي كما هو في حالة الارتخاء وعندما تكون المثانة منبسطة « وهذا النوع الطلائي الخاص قد يشد بقوة ويختصر سمكه الى الثلث أو كما هو مبين هنا (عن ويندل)

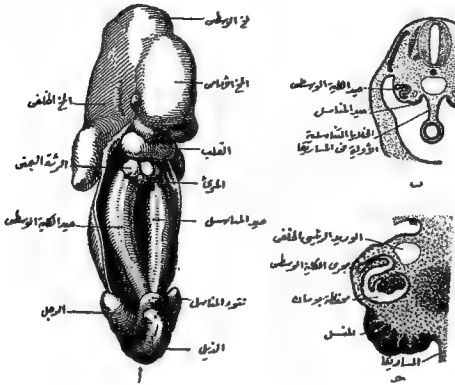
غالباً كنمو خارجي من ارضية المجمع (اشكال ٢٧٣ ، ٢٧٤ ب ، ٣٩٤ ا) . وتفتقد هذه أحياناً اتصالها المباشر مع قنوات الكلية . ويتم اخراج البول من المثانة عن طريق الفتحة المشتركة للمجمع . وفي الثدييات يدخل الحالبان مباشرة إلى المثانة ولذلك فليس من الضروري مرور البول خلال تجويف المجمع ليصل إلى المثانة . وبين الزواحف تختفي المثانة في بعض العظايا « السحالي » وفي الثعابين والتماسيح وأكثر من ذلك تختفي المثانة في الطيور الا في النعام . وفي غياب المثانة يصب البول في المجمع وقد يختلط بالبراز . وقد لاحظنا في فصل سابق ان المثانة تلعب دوراً هاماً في النمو الجنيني للرئيسيات لأن الرهل ، وهو غشاء جنيني مهم يتكون كنمو خارجي من المثانة البولية .

ومثانة رباعيات القدم تركيب قابل للتمدد كثيراً مجهز بجدران سمكية وخاصة في الثدييات مع غطاء سميك من العضلات المسماة . اما البطانة فهي من نوع خاص يسبح بالطلائية الانتقالية ولو ان هذه التسمية غير دقيقة (شكل ٢٧٨) . وعندما تكون المثانة فارغة يظهر أنها ذات طبيعة سمكية مخططة ، وعندما تتمدد تكون لها القدرة في ان ترق الى أن تصبح من طبقة او اثنين من الخلايا الحرشفية .

اعضاء التناسل

التكاثر الجنسى عام فى الفقاريات ، وغالبا ما تكون الاجناس منفصلة وظيفيا فى كل الحالات . واساس التراكيب التناسلية هو المناسل (المبيض او الخصى) ، وفى هذه الاعضاء تتكون الامشاج او الخلايا التناسلية (البيض والحيوانات المنوية) ، وباتحادهما يبدأ تكوين الجيل الجديد . وفى كل الفكيات تصحب المناسل انابيب او قنوات لحمل الامشاج وقد تكون فى حالات خاصة لحماية وتغذية الصفار النامية داخل جسم الام . وتتكون فى مجاميع مختلفة اعضاء التلقيح لتساعد فى التلقيح الداخلى للبويضات. وتؤثر الصفات الجنسية الثانوية غالبا فى حجم الجسم عموما او فى نسبة او فى الصفات الخارجية مثل ريش الطيور والفند اللبنية فى الثدييات والمناطق والقرون فى الحيوانات المجتررة .

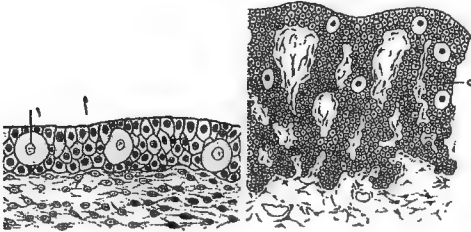
تكوين الجنس : يعتمد جنس الفرد اساسا على طبيعة الصفات الوراثية الموجودة فى الكروموزومات وهى عملية موازنة بين احتمالات الذكورة والانوثة التى تنتقل من كلا الابوين . ويعتمد التكوين المبكر للجنين اساسا كما ذكر فى الفصل الخامس على الترتيب الموجود فعلا فى الببضة غير الملقحة . وتأثير الحيوان المنوى والصفات الوراثية التى ينقلها لا يمكن معرفتها الا فى طور متأخر نسبيا . وعلى هذا فالجنين المبكر - وهكذا نقول - لا يعرف الى اى جنس سينتمى ولا بد ان يكون مهيبا لاي من الاحتمالين . ولذلك نجد ان الاعضاء التناسلية تبقى فى مرحلة غير متميزة بعضا من الوقت تتقدم فى أثنائه المناسل والقنوات التناسلية كثيرا فى نموها دون ان تظهر علامة خاصة الى الميل نحو اى اتجاه ذكرى او انثوى (اشكال ٢٧٩ ج ، ٢٨٠) . وفى النهاية يظهر طور جنسى محدد . ومن المحتمل ان يكون مصحوبا بتأثير افرازى هرمونى ، وتصبح المناسل محددة اما خصيا او مبيض . وتستمر فقط القنوات والتراكيب الاخرى الاضافية المناسبة لاحد الجنسين او الجنس الاخر فى تكوينها . اما التراكيب غير المناسبة للجنس الآخر فينتهى نموها وقد تمتص ولكنها تقف عن النمو احيانا وتبقى كآثار فى الحيوان البالغ . ومع ذلك توزن بدقة ميكانيكية تعين الجنس. حتى انه فى كثير من الفقاريات تتردد المناسل (هكذا نقول) بين الاحتمالين المتناوبين وقد تتجه الى التكوين فى كلا البيض والحيوانات المنوية ، وفى حالات نادرة جدا فقط (عائلات الاسماك كاملة التعظم سيرايندى وسباريدى ينضج كلا النوعين من الامشاج فى نفس الحيوان وفى نفس



شكل ٢٧٩ - ! - تشرح بطنى لجنين الانسان طوله ٩ مم . ازيلت القناة الهضمية لرؤية الحيوود التناسلية والكلى (حيد الكلية الوسطى) بارزة الى اسفل في التجويف السيلومى (المفتوح) ب - قطاع عرضى في جنين مبكر طوله ٧ مم ، ج - جنين متأخر قليلا طوله ١٠ مم . وفي الاخير تتكون الجنينية البدائية في المنسل غير المهيز كما تتكون الحوصلة والجمع في نيبوبات الكلى (عن آرى) .

الوقت من الحياة منتجة بذلك « تخنثا وظيفيا » . ولكن الحالات بين الجنسية نوع واحد او لآخر غير نادرة . وهناك نسبة مئوية من الجربشات تبقى بين جنسية عقيمة طيلة الحياة ؛ وفي بعض البيوماتيات (كما في الضفدعة المعروفة من جنس « الرانا ») قد تكون بعض الافراد اناثا ، وهى صغيرة ولكنها تتجه عندما تكبر نحو كفة الذكور من الميزان منتجة حيوانات مئوية .

المناسل : تختلف السرعة التى تنمو بها اعضاء الاجهزة المختلفة من القاريات اختلافا كبيرا . فالجهاز العصبى على سبيل المثال ينمو



شكل ٢٨٠ - أطوار مبكرة في تكوين مناسل الثدييات . ١ - قطاع في
 طلائية المنسل في طور مبكر غير مميز . أمهات الخلايا التناسلية الأولى
 موجودة ١ . ب - طور متأخر قليلاً والأحبال الجنسية البدائية ٢
 تنمو إلى الداخل من الطبقة الطلائية . (عن ماكسيمو ويلوم) .

بسرعة جداً في الأطوار المبكرة ، أما أعضاء التناسل من جهة أخرى فهي أبطأ
 الأعضاء نمواً . ويتفق هذا مع حقيقة أنه لا بد لمعظم تراكيب الجسم أن تكون
 مستعدة للعمل عند الولادة (أو حتى قبل ذلك) ، إلا أن الأعضاء التناسلية
 لا تعمل إلا عندما يصل الفرد إلى مرحلة البلوغ .

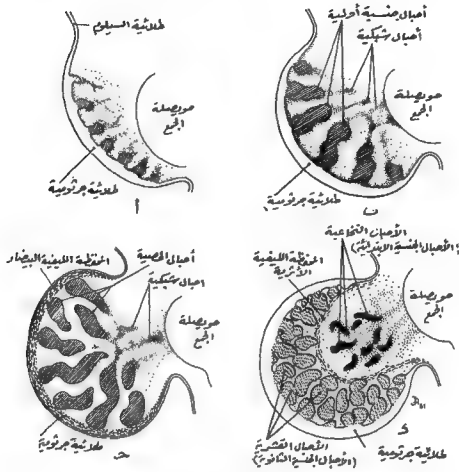
وتظهر المناسل فقط عندما تكون معظم أعضاء الأجهزة الأخرى قد
 تشكلت . وكذلك يكون قد تم نمو التجاويف السيلومية . وتتكون حيود
 تناسلية طويلة على طول سقف البلعوم وتكون وسطية بالنسبة للكلية
 الجنينية وعلى كل من جانبي المساريقا الظهرية (شكل ٢٧٩) . وتكون هذه
 الحيود طويلة في البداية ولكن المناسل التي تتكون منها تصبح غالباً قصيرة
 نسبياً وبملمجة في الأطوار الأخيرة مع ميل عادي لتركيز الأنسجة جهة
 الامام . وتستمر الطلائية الجرثومية لهذه الحيود متصلة بالبطانة الميزودرمية
 لبقية السيلوم ومكونة أهم العناصر التركيبية الهامة في المنسل (أشكال ٢٧٩
 ب . ج ، ٢٨٠ ، ٢٨١) فالميزنكيم الذي يقع أسفل الطلائية يكون نسيجاً
 ضاماً ، وفي الفقاريات العليا - على الأقل - يعطى أنسجة بينية يعتقد أنها
 مصدر الهرمونات التناسلية .

وقبل نهاية المرحلة غير المميزة يتكون المنسل عادة كتركيب منتفخ يمتد الى اسفل داخل التجويف السيلومي ومن جداره الظهري . وتتكون البطانة الجرثومية التي نطى سطحه تراكيب تشبه الاصابع هي الاجبال الجنسية الاولى (اشكال ٢٧٩ ج ، ٢٨٠ ب ، ٢٨١ ب) التي تنمو الى الداخل في مادة المنسل . وتحتوى هذه الاجبال بالإضافة الى العناصر المدممة على الخلايا الجرثومية التي سنتكون منها البويضات او الحيوانات المنوية فيما بعد .

ويبدو منطقيا أن نفترض أن هذه الخلايا الجرثومية تنشأ محليا داخل الطلائية الميزودرمية والتي تكون هي جزء منها ، ومع كل فهناك تحايل في هذه القصة . وهناك أدلة واضحة تشير الى أن الخلايا الجرثومية الاولى التي تظهر في البيض أو الخصية تأتي في الحقيقة من الأندودرم . وفي كل الفقاريات من دائريات الفم الى الثدييات لوحظت هذه الخلايا الجرثومية في الخلايا المبطنة للمعى ، وهي من الناحية الهيستولوجية مميزة تماما عن الخلايا المعادية للقناة الهضمية . وإذا تتبعنا مجموعة من الأطوار فمن الممكن أن نجد أن هذه الخلايا المميزة تترك جدار المعى وتهاجر - عن طريق الأنسجة البينية (شكل ٢٧٩ ب) أو عن طريق مجرى الدم - الى الحيوذ التناسلية لتصبح الخلايا الجرثومية الاولى . ويفتقد أنها تكون على الأقل الجيل الأول من البيض أو الحيوانات المنوية . وسواء أكانت هذه الخلايا هي المصدر الاساسى لكل البيض أم الحيوانات المنوية التى تنتج في أثناء حياة الفرد أم لا، فإن هذا غير مؤكد ، ومن الممكن أن تكون وظيفتها هي البداية فقط والتنشيط لعملية تكوين الأمشاج .

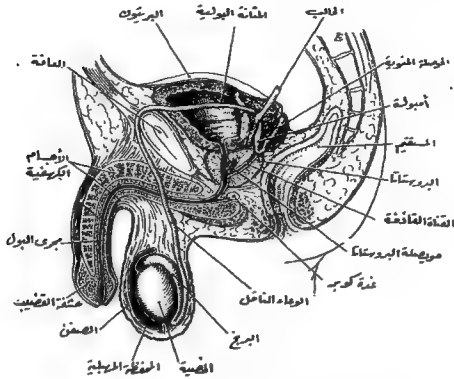
ويؤكد علماء الأحياء دائما حقيقة أن الخلايا الجرثومية في الحيوانات عامة تكون نسيجاً مستقلاً جداً في حين أن ما يبقى من الجسم من هذه الوجهة ، فقط هو تركيب مؤقت لحماية البلازما الجرثومية الخالدة . وفى كثير من اللافقاريات تتميز الخلايا الجرثومية المستقبلية عن كل الجنين في طور الانقسام المبكر . ومن المحتمل أن تكون هجرة الخلايا الجرثومية في الفقاريات دليلاً على طبيعتها المميزة الماثلة .

المبيض : إنتاج البيض (شكل ٢٨٤ ، ٢٨٥) . في تكوين المبيض بعد الطور غير المميز تتلاشى الاجبال الاولى وتتكون في الداخل احيال جنسية ثانوية (شكل ٢٨١ د .) وفي داخل هذه الاجبال تنشأ البويضات



شكل ٢٨١ - تكوين الخصية والمبيض في الثدييات . ١ - الحيد التناسلي مع الأجيال الجنسية الأولية ينمو إلى الداخل من الطلائية الجرثومية . وهذا الطور أصغر من ذلك المذكور ٢٨٠ ب . ب - المنسل لا يزال في الحالة غير المميزة . الأجيال الجنسية الأولية متكونة تماما: والأحبال التي ستكون الشبكة الخصوية إذا كان المنسل سيصبح خصية في طور التكوين . ج - تكوين الخصية : تتلاشى الطلائية الجرثومية وتجل محلها غلالة حول الخصية - تستمر أنبوبات الخصية والشبكة الخصوية في التكوين . د - التكوين المبكر للمبيض مع اختصار في الأجيال الجنسية الأولية . وآثار التشابك مع تكوين كبير للأجيال الثانوية التي فيها تتكور البويضات من ناحية أخرى . (عن بيرنس) .

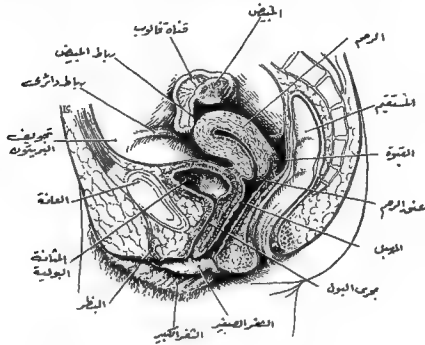
من الخلايا الجرثومية بعد انقسامات متكررة ، وذلك بعد عمليات نضج معقدة (عملية نضج البويضات) . وقد تحاط كل خلية بيضية ناضجة



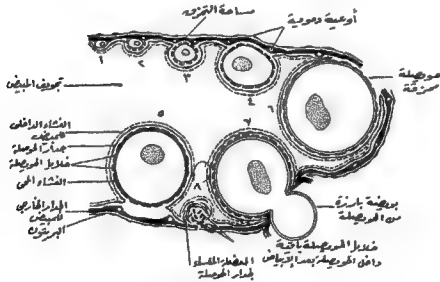
شكل ٢٨٢ - أعضاء التناسل في الإنسان (عن تيرنر) .

بمجموعة من خلايا أخرى من الاحبال الجنسية لتكون الحوصلة : وكذلك قد تكون خلايا النسيج الضام غلافا آخر . وتساعد خلايا الحوصلة في تغذية البويضة النامية ، كما أنها تصبح أيضا قاعدة لتكوين الهرمونات الجنسية . في الأنواع ذات البيض الكبير المح تصبح الحوصلة كبيرة نسبيا مكونة انتفاخا على سطح المبيض .

وفي فصول النشاط التناسلي تنفجر الحويصلات الناضجة من سطح المبيض إلى التجويف السيلومي المحيط بها - عملية البيض . وفي أغلب الفقاريات الدنيا تمتص الحويصلة بسرعة ، ولكن في الثدييات وفي بعض صفيحيات الخياشيم تبقى لبعض الوقت ويمتلئ تجويفها بجسم من مادة صفراء هي الجسم الأصفر الذي يفرز هرمونات هـو البروجسترون وعدد البيض الناضج في مبيض أغلب مجموعات الحيوانات - وفي أي وقت من الأوقات - صغر نسبيا تبلغ من اثنتين إلى اثنتى عشرة بيضة في أغلب الحالات . ومع ذلك فقد يوجد في البرمائيات مئات أو حتى الآلاف من البيض



شكل ٢٨٣ - الأعضاء التناسلية في انثى الإنسان (عن ثيرنو)

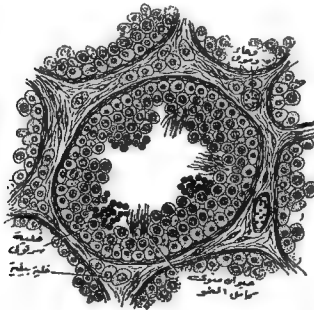


شكل ٢٨٤ - شكل توضيحي لقطاع في فص من مبيض الضفدعة .
١ - د تمثل أطوارا في نمو الحوصلة . ٦ . ٧ انفجار الحوصلة وخروج
البیضة ٨ - حوصلة بعد الإنباس (عن تيرنر) .

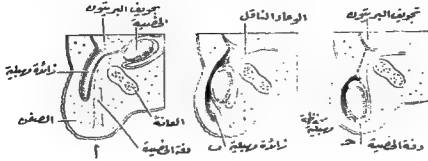
الناضج فى وقت التكاثر . وقد توجد فى الأسماك كاملة التعظم مئات الألوف أو حتى الملايين من البويضات الصغيرة جدا . (قلمر ما تضعه سمكة الكود بأربعة ملايين بيضة فى الفصل الواحد) .

والمبيض عادة تركيب مزدوج ، وغالبا ما يكون شكله بيضيا بسيطا فى غير فترات النشاط ، ولكنه غالبا ما ينتفخ ويصبح غير منتظم الشكل فى وقت التكاثر . وفى دائريات الفم وكثير من الأسماك كاملة التعظم يلتحم المبيضان . وفى كثير من صفيحيات الخياشيم لا يتكون المبيض الأيسر ، أما فى الثدييات البدائية كخلد الماء . فالمبيض الأيسر فقط هو الذى ينضج وفى البرمائيات والزواحف يكون المبيض أجوف ويحتوى على تجويف وسطى ممتلئ بالليمف . وفى حالات أخرى يتركب الجزء الأوسط - النخاع - من نسج ضام .

الخصية : التارخ الجنينى المبكر للخصية من المرحلة غير المعيزة الى وقت تكوين الأجسام الجنسية الأولية (شكل ٢٨١ ج) .



شكل ٢٨٦ - منطقة صغيرة من خصية ثديية تبين انبوبة واحدة وأجزاء من عدد من الأنبوبات الأخرى فى قطاعات عرضية والنسيج الين انبوبي (عن هوكور) .



شكل ٢٨٧ - نزول الخصية في الثدييات . السطح البطنى للجسم على اليسار . أ - تكون الاستطالة المهبلية من تجويف الجسم ويكون بريتنوها الطبقة المهبلية لكيس الصفن . الخط المتقطع في ج - مكان القنطرة الأربية في الثدييات التى فيها لم يقلل الكيس تماما . (عن ثيرنر) .

يشبه ذلك الخاص بالمبيض ، ومن هذه النقطة يتشعب الانثان . لا تتكون أجيال جنسية ثانوية ، ولكن الأجيال الأولية هى التى تغطى سلسلة من التكوينات المجوفة التى تنضج في جذرها الحيوانات المنوية . هذه التكوينات هى عادة أمبولات مستديرة صغيرة فى اللارڤليات . أما فى الرهليات وبعض الأسماك كاملة التعميم يوجد بدلا من ذلك الأنبوبيات المنوية الممتدة (شكل ٢٨٦) . وهى مبطنة بطلائية بها خلايا مدعمة نادرة نسبيا - خلايا سرتولى Sertoli cells - وعناصر جرثومية . وتوجد فى قاعدة هذه الطلائية عناصر قليلة مميزة هى أمهات المنى ومنها تتكون بعد انقسامات متكررة الحيوانات المنوية التى عند ما تنضج وتطلق على سطح الطلائية تحتوى فى تركيبها على القليل الا الرأس التى تحتوى على المواد المنوية وذيل طويل متحرك . وحتى فى الحيوانات الصغيرة قد يصل الانتاج الكلى لهذه الأمشاج النقيطة الى البلايين . وفى الفقاريات الدنيا تكون الأمبولات التى تنتج منها الحيوانات المنوية قابلة للتعدد وتشبه الى درجة ما حويصلات البيض . وعندما تخرج الحيوانات المنوية فى فصل التكاثر تمتص هذه السلسلة من الأمبولات ليحل محلها غيرها وهى تبدأ فى تكوينها ببطء . وتمتاز الأنبوبيات المنوية فى الفقاريات العليا من جهة أخرى بأنها تراكيب دائمة .

وتعمل الخصية عموما الى أن تكون تركيبا مدمجا له شكل منتظم أكثر من المبيض ولا تعتبره التفريز الموسمية . وتلتحم الخصيتان فى دائريتين الفم . وتلتحم جزئيا فى القروش ، أما فى الطيور المختلفة والثدييات فتتميل الخصية اليسرى لتكون أكبر نوعا من اليمنى .

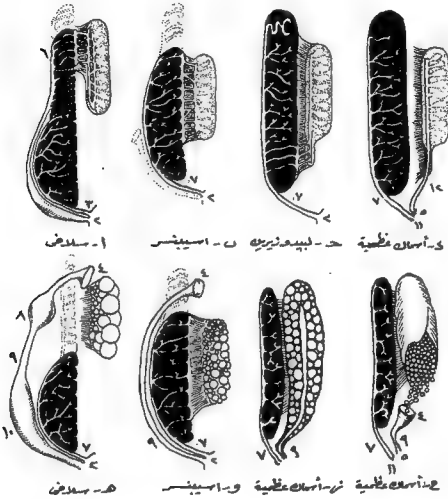
وتحتفظ المناسل البالغة فى أغلب الفقاريات بمكان لها فى الجزء العلوى من التجويف السيلومى . ويحدث مع ذلك نزول للخصية فى أغلب الثدييات . ويتكون من قاع التجويف البطنى زوج من الجيوب يبرزان الى الخارج ليكونا كيس الصفن .

وتتحرك الخصيتان فى أثناء النمو من مكانهما الاصلى الى الخلف والى اسفل داخل هذه الاكياس متصلة مع التجويف البطنى فى بعض الحالات ، وقلم بحسب الخصى الى داخل الجسم بين فصول التزاوج . وقد تبقى الاكياس فى الثدييات الاخرى مغلقة دائما ، ولكن هناك على الاقل منطقة ضعيفة من جدار البطن يؤدى شقها الى الحالة التى تسمى فى الانسان بالفتق الاربى . وهذه الظاهرة غير العادية لنزول الخصية يظهر انها نتيجة ان الحرارة الداخلية فى جسم الحيوان الثديى اعلى بكثير مما تتطلبه العملية الرقيقة لانتاج الحيوانات المنوية ، اذ ان الحرارة فى اكياس الصفن اقل من ذلك بدرجات عدة .

قناة البيض ومشتقاتها فى الفقاريات الدنيا : (اشكال ٢٧٢ ، ٢٧٣ ، ٢٧٤) . فى دائريات الفم توضع البويضات والحيوانات المنوية داخل السيلوم ، وعليها ان تجد طريقها الى النهاية الخلفية لهذا التجويف حيث يوجد زوج من الثقوب يمكنها من المرور الى الخارج . وفى كل الفتيات تحمل الحيوانات المنوية خلال انابيب مغلقة ولكن البويضات لا تزال فى معظم الاحيان تطلق داخل السيلوم . ومع كل فهى لا تطلق حرة داخل هذا التجويف لانها (فيما عدا النادر) يتلقاها تركيب يشبه القمع يقع ملاصقا للمبيض ويؤدى الى قناة المبيض . وقد يتكون على طول قناة البيض متخصصات لاغراض مختلفة : خزن البيض قبل وضعه وتكوين القشرة او الاحتفاظ بالبيضة فى أثناء تكوينها الجنينى ، ومن ثم يتبع هذا ولادة الاحياء ، حالة الحيوانات الولودة (١) .

وتوازى قناة البيض الكلية القديمة فى تكوينها الجنينى وفى صفحيات الخياشيم والبرمائيات الدالية تتكون قناة البيض من اتقسام

(١) على عكس طريقة وضع البيض البدائية التى يوضع فيها البيض ويتم التكوين فى الخارج ، ويتميز البعض من الحيوانات الولودة المثالية بطريقة الحيوانات البيوضة حيث يكون التكوين فيها داخليا ولكن الصغار لا تستقبل اى غذاء من الام .



شكل ٢٨٨ - أمثلة مختلفة من الأجهزة البولية التناسلية في الأسماك .
 المجموعة العليا ذكور ، أما المجموعة السفلى إناث . الأسينسر سمكة
 مشعرة الزعانف بدائية والليدوزيرين هي السمكة الرئوية في جنوب
 أمريكا . التراكيب السوداء تمثل الكلية الخلفية . الخصى منقطة .
 الأعضاء التي بها دوائر مبياض . المساريقا مخططة . الكلية الأولى الأثرية
 وقناة البيض الأثرية في الذكر (في ب) منقطة .

١ - قناة البيض الرزية . ٢ - المجمع . ٣ - قناة خاصة لتفسي
 الكلية في السلاخيات المتقدمة . ٤ - قمع قناة البيض مفتوح . ٥ -
 حمة تناسلية والثقب التناسلي في الأسماك كاملة التعظم . ٦ - غدة في
 المنطقة الأمامية لكلى السلاخيات تشبه البربخ . ٧ - قناة الكلية . ٨ -
 غدة القشرة . ٩ - قناة البيض . ١٠ - كيس البيض أو الرحم في

قناة الكلية القديمة الى قناتين . ومن المحتمل ان تكون القناة الانثوية مثل قناة المنى الذكرية المثالية) قد انحدرت اصلا من الجهاز البولي . ولكن في معظم الفقاريات الارضية وفي كثير من الاسماك تتكون قناة البيض بطريقة مستقلة من الانسجة الميزودرمية : ومن ثم لا يظهر اى دليل على مثل هذه النشأة . وقناة البيض بسيطة في تركيبها في الاسماك الرئوية والبرمائيات . وهي انواع يظهر انها بدائية تماما في عاداتها التناسلية . وقناة البيض بمد الفتحة المتسعة القريبة المسماة بالقمع قناة مهدبة صغيرة القطر ومستقيمة نسبيا في غير اوقات النشام . ولكنها تتمدد وتلتوى كثيرا في فصل التزاوج . وقد تكبر نهايتها الخلفية خاصة ككيس لخزن البيض . وقد تفتح قناة البيض في هذه الانواع البدائية مستقلة في الجمع ، او قد تلتحم القناتان عند نهايتهما الخلفية .

وهناك وضع شاذ في كثير من الاسماك كاملة التعظم قد يوضع من البيض ما لا يعد بالآلاف او حتى بالملايين في فترة التزاوج القصيرة . وتحت الظروف العادية قد يبدو ان هناك خطرا في استقبال البيض من طريق قمع مفتوح او قد يكون من المحقق ان يخنق كل تجويف الجسم بالبيض . وقد حلت هذه المشكلة في الاسماك كاملة التعظم بانه بجانب كل مبيض قد التحم جزء من السيلوم الذى يفرغ فيه البيض ومنه يصل الى الخارج من طريق قمع ولا يشبه هذا القمع قناة البيض الحقيقية (شكل ٢٨٨ هـ ، و) .

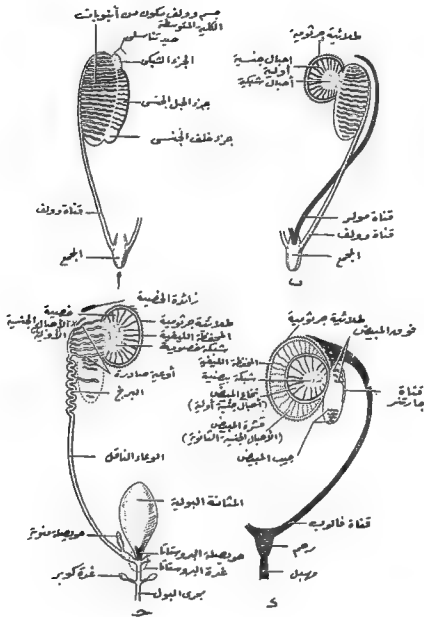
في الاسماك الشبيهة بالقرش تتكون بيضة لها قشرة وتتكون غدة القشرة (غدة العش) كجزء متسع في طريق قناة البيض . ويوجد هنا نوعان من البطانة الغدية يفرز أحدهما مواد زلالية - بياض البيض - حول البيضة ، اما الآخر فهو في الجزء السفلى من الغدة ويكون قشرة قرنية صلبة . التفتيح داخلى في هذه الاسماك الضرورية ويتحرك الحيوان المنوى الى

تابع شكل ٢٨٨ السلاخيات ١١ - الثقب البولي في الاسماك كاملة التعظم . ١٢ - القناة المنوية في الاسماك كاملة التعظم تمثل القناة الناقلة في الرهليات . في ذكور السلاخيات كما في الرهليات تميل الخصى لاختلا قناة الكلية القديمة كقناة لنقل الحيوانات المنوية (راجع شكل ٢٧٧ د) . ولكن في الاسماك الاخرى تستمر هذه القناة لتتصلى الكلية ، وفي الاسماك كاملة التعظم تتكون قناة منوية ١٢ - منفصلة . الطرق الخاصة لنقل البيض توجد في الاسماك كاملة التعظم (من بورتمان وجودريتش نقلًا عن هور) .

تعلل ليلقح البيضة قبل أن تصل إلى غدة القشرة . ومن المحتمل أن يكون التلقيح الداخلي قد تكون نتيجة للحاجة إليه في الحيوانات التي تنتج بيضا له قشرة . ومع ذلك فمن السهل ابتداء من هذه الحالة تصدر الخطوة التالية نحو ولادة الأحياء والتي توجد في كثير من القروش والقوابع ، فقد تبقى البيضة الملحقة داخل كيس البيض في نهاية القناة حتى يتم التكوين ويولد الصغير حيا . وفي كثير من صفيحيات الخياشيم لا تزال تتكون طرق من نوع أو آخر تقدم بها المواد الغذائية في وسط بطانة كيس البيض كمشاركة لتغذية الصغير بطريقة تماثل وظيفيا مشيمة الثدييات .

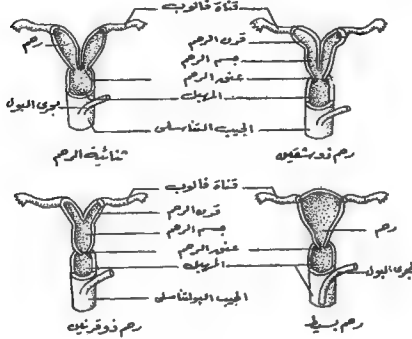
قناة البيض في الرهليات - الرحم - المهبل : (اشكال ٢٧٤ ب - ٢٧٥ ب)
في الرهليات كما في القروش كانت البيضة ذات القشرة سببا في ظهور تخصصات في قناة البيض . في الزواحف والطيور الجزء الأكبر من طولها هو قناة البيض الحقيقية أو انبوبة الرحم . وهي عضلية متسعة ولها القدرة على الاتساع أكثر في موسم التكاثر في الرهليات بعكس القروش . وتقع الغدة المكونة للقشرة بالقرب من الطرف البعيد للانبوبة حيث يوجد كيس البيض في الأنواع الدنيا وحيث تقع مكان الرحم في الثدييات وتسمى غالبا بهذا الاسم . والطيور عامة تبض ولكن هناك عطاءات « سحالي » مختلفة وثمانين تحبل صغارها وتوازي في بعض الحالات صفيحيات الخياشيم والثدييات تكوين تراكيب يصل الغذاء عن طريقها من الأم إلى الصغير . وفي الزواحف يفتح الرحمان منفصلين في المجمع أما في الطيور فإن قناة البيض اليمنى وكذلك البيض الأيمن غير موجودين . وفي وحيدة المسلك التي تضع بيضا له قشرة (ولو أنه صغير في الحجم نسبيا) تشبه الأعضاء الانثوية أساسا مشيلاتها في الزواحف .

وتتفرع مع ذلك هذه الأعضاء تفرا تاما في الثدييات المثالية حيث البيض فيها صغير جدا ويؤدي التكوين إلى ولادة أحياء . انبوبة الرحم تركيب رفيع . الرحم أو « بيت الولد » لا يكون قشرة ولكنه ذو أهمية عظيمة كما كان يتكون فيه الصغير . وهو تركيب سميك الجذر ويكون طلائيته الفنية بالأوعية الدموية باتحادها مع الأغشية الخارجية للجنين « المشيمة » التي يقدم للصغير عن طريقها غذاء الأم . وفي أغلب الثدييات الأولية لا يزال الرحمان منفصلين وهي الحالة المزودة (شكل ٢٩٠) . وفي أغلبها مع ذلك يلتحم الطرفان البعيدان للأنثيين ليعطيا الرحم ذو القرنين أو ذو الشقين . أما في الرئيسيات العليا فيوجد اتحاد تام لتكوين النوع المنفرد .



شكل ٢٨٩ - التكوين الجنيني للجهاز التناسلي في الرهليات
أ - مرحلة مبكرة غير مميزة تظهر فيها الأحيال الجنسية مكونة الشبكة الخصوية . الكلية الوسطى وقناة الكلية القديمة (جسم وولف وقناة وولف) . ب - طور متأخر قليلا وقد ظهرت فيه قناة البيض الجنينية (قناة مولر) . ج - الذكر البالغ (قارن شكل ٢٨٢) . د - أنثى بالغة (قارن شكل ٢٨٣) (عن تيرنو) .

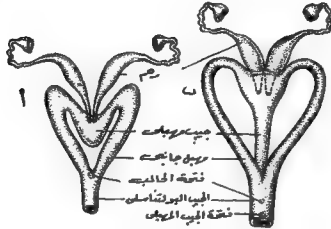
في الزواحف والطيور الجزء الأقصى بعدا من قناة البيض بين الرحم والمجموع مقيد وغير متكون . ومع ذلك تلتحم في الثدييات الأجزاء الطرفية



شكل ٢٩٠ - أشكال توضيحية تبين التحام النهايات الخلفية لقنوات البيض (قنوات فالوب) في الثدييات المشيمية . الرحم وجزء من المهبل منقطعان رأسياً (من وولكر عن فيلدرشيم) .

للثديتين ليكونا المهبل ليدخل فيه عضو الذكر . ويفتح المهبل الى جيب بولي تناسلي يشق من المجموع . وتبين الكيسيات تركيباً قريباً (وشاذاً بالتأكيد) فيه المهبلان غير تامي الالتحام وقد يكون لهما تركيب زوجي جزئي - أو حتى ثلاثي - (شكل ٢٩١) .

نقل الحيوانات المنوية : البربخ والقنصة الناقلة : لقد لاحظنا في دالريات النمل ان الحيوانات المنوية توضع في السيولوم ولا بد أن تجد طريقها الى العالم الخارجى عن طريق ثقب في النهاية الخلفية للبطن . في كل الفقاريات العليا استبعدت هذه الطريقة الغير قادرة على النقل وكون الذكر جهازاً من القنوات القاذفة التى - على عكس قنوات الانثى - تكون مغلقة استغيت من الجهاز البولى . فكلمنا تنمو الخصية تصبح ملاصقة للكلىة



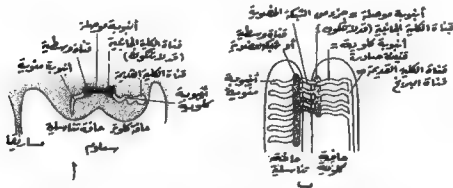
شكل ٢٩١ - الجهاز التناسلى الأنثوى فى الكيسيات . ١ - أبو سم
ب - كانجرو . من جيب وسطى مهبلى يتكون فى الأيوسم مهبلين جانبيين
يتحدان بعيدا فى الجيب البولى التناسلى . فى الكانجرو المرسوم هنا تتكون
من الجيب المهبلى أنبوبة مهبلىة بسيطة (عن فاندربروك) .

على طول طريقها . ومن الواضح فى معظم المجموعات ان هذه القنوات قد
استعمرت من الجهاز البولى . . فكلما تنمو الخصية تصبح ملاصقة للكلية
الجينية (شكل ٢٧٩) . وعلى مسافة قصيرة توجد أنيبوبات ومنها
تؤدى قناة الكلية القديمة الى المآلم الخارجى . وقد عبرت أسلاف
الفكيات هذه الفجوة القصيرة واتخذ الحيوان المنوى طريقا الى الخارج يمكن
أن يسير فيه بأمان متجنباً السير على غير هدى داخل مجاهل السيلوم .

وبالرغم من وجود تنوع من نوع أو آخر فان الاتصال بين التراكيب
المنوية للخصى وقناة الكلية القديمة يتبع نظاما متشابها أساسا فى معظم
الفقاريات (شكل ٢٩٢) . وقد تتصل الأمبولات الناضجة أو الأنيبوبات
المنوية بعضها ببعض بواسطة قناة مركزية فى الخصية أو بشبكة من القنوات
الصغيرة هى الشبكة الخصوية . ويعتمد من هذه الشبكة عدد من الأنيبوبات
المتوازية التى تمتد بالعرض الى حافة الكلية ويوجد هنا اتصال طولى ثان
أو (كما فى الثدييات) قد تمتد الأنيبوبات الموصلة مباشرة الى مجموعة من
الأنيبوبات الكلوية السابقة والتى تسمى القنوات الصادرة .

وتتميز هذه الأنبوبيات داخل قناة الكلية القديمة والتي صممت اصلا لنقل البول . وكما لاحظنا في الجزء المتقدم من هذا الفصل ان قناة انبوبية مزدوجة الوظيفة لنقل البول والحيوانات المنوية لا تكون ابدا ذات كفاءة من الجهة الوظيفية . وكان هناك في طول تاريخ الفقاريات صراع بين الجهاز البولي والتناسلي لاستعمال قناة الكلئ القديمة . وكما رأينا يميل الجهاز البولي للكسب بين الاسماك العظمية ، وهناك تكونت قناة جديدة لنقل الحيوانات المنوية . ومع ذلك ففي اغلب الفقاريات كان النصر للجهاز التناسلي فاصبحت قناة الكلئ القديمة قناة ناقلة تستخدم لنقل الحيوانات المنوية فقط .

وتتصل الخصى عادة بالطرف الامامى لتركيب الكلية ، وكما رأينا من قبل في هذا الفصل تعمل الوظائف البولية للتركيز في الخلف بنجاح . اما الجزء الامامى لجهاز الكلية القديمة فقد يصبح - وخاصة في الثدييات - منطقة تسمى بالبرنخ . وحتى في القروش (شكل ٢٧١ ب) قد يصبح الطرف الامامى لقناة الكلية كثير الالتواء مثل قناة البرنخ . وخلف المنطقة الحقيقية لاتصال الخصية مع القناة يوجد جزء من الكلية



شكل ٢٩٢ - قطاع عرضي في جنين رهلى يبين تجاور الخصية والكلية المسافة بين أنبوبيات المنى وأنبوبيات الكلية . ب - شكل بطنى توضيحي لقطاع في الحيدرين الكلوى والتناسلى مبينا طريقة الاتصال مع قناة خصوية وسطى عادة أو شبكة خصوية بين أنبوبيات المنى مع أنبوبيات موصلة وغالبا مع الكلية الجانبية .

الاصلية متحورا الى غدد تفرز سائلا يظن انه ينشط الحيوان المنوى . وفي الثدييات (اشكال ٢٨٢ ، ٢٨٩ ج ٢٩٢ ب) وفي الرهليات عامة يصبح البرنخ الذى يحتوى على القنيات الصادرة والقناة اللتنسوية جسما مدمجا يقع ملاصقا بجانب الخصية او فوقها كما يبلل الاسم .

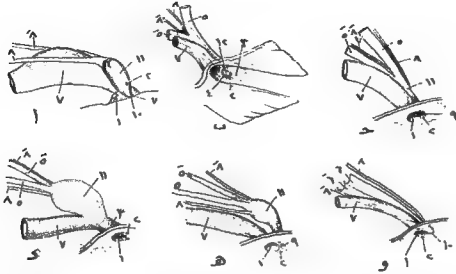
وقد تتسع القناة الناقلة عند نهايتها لتكون امبولة لخزن الحيوانات النوية في كثير من المجموعات ، وتوجد في الشديات (شكل ٢٨٢ ب ، ٢٨٩ ج) أكثر من ذلك فدد أخرى ومنها البروستاتا والحوبيصلة النوية التي تفرز مواد تكون كثيرا من السائل المنوى .

المجمع ومشتقاته

يوجد في أنواع كثيرة من الفقاريات عند النهاية الخلفية لمنطقة الجذع جيب بطنى يفتح للخارج وتوجد به فتحات الأجهزة الهضمية والتناسلية والبولية . وهذا التركيب الذي يلائمه اسم المجمع (وهو الاسم اللاتيني لمجمع مصارف المياه) ، ويظهر أن المجمع هذا من صفات الفقاريات البدائية . وفي هذا الفصل ومن خلال المجموعات الفقارية سوف نتتبع تاريخ منطقة المجمع ونظام المخارج المختلفة للأجهزة المعنية .

المجمع في الأسماك ودهايات القدم : من الناحية الجنينية ينشأ المجمع من ثنيتين (راجع شكل ١٢٠٦) . ويكون جزؤه الأكبر من تمدد النهاية الخلفية لأنبوبة المعى التي تنفلق عن الخارج بنشاء في أثناء النمو المتزايد . ويقع خارج هذا النشاء منخفض من الاكتودرم هو المسلك الشرجي . وعندما يختفى هذا النشاء تتحد هذه المنطقة من الاكتودرم مع المجمع ويظهر أنها تكون مع ذلك جزءا صغيرا منه .

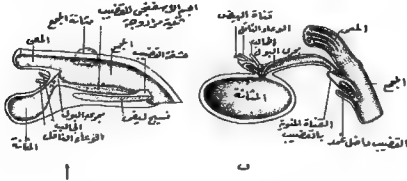
ومن بين الأسماك يتكون المجمع مثاليا في صفيحية الخياشيم (شكل ٢٥٣ ب) . والفتحة الكبرى التي تفتح فيه هي فتحة النهاية الخلفية للأمعاء ثم بعد ذلك تفتح القنوات البولية والقنوات النوية للذكر أو قناتى البيض فى الانثى . وكذلك فإن المجمع تام التكوين فى الأسماك الرئوية (شكل ٢٩٣ د) ، وكذلك فى النوع الوحيد الباقي من فصية الزعانف . وفى كل الأسماك الأخرى أما أن يكون المجمع ضامرا أو مختفيا . فى الجريشات يوجد جيب فحل يمثل مجعما مختصرا ، ولكن فتحة البول فى الجلكيات منفصلة . وفى الأسماك مشمعة الزعانف الدنيسا وبعض الأسماك كاملة التعظم تفرغ أنابيب البول والتناسل فى جيب مشترك يمثل جزءا من المجمع ولكن فتحة الشرج مستقلة . وفى أغلب الأسماك كاملة التعظم كل الأجهزة الثلاثة لها فتحات منفصلة ، وكذلك نفس الشيء بالنسبة للكيميرا .



شكل ٢٩٣ - المجمع ومنطقة الشرج في الأسماك . ١ - الجلكى « بتروميزون » ب - لأنثى القرش . ج - أنثى الكيميرا الصغيرة . د - السمكة الرئوية الأسترالية « إيسيراتوداس » . ه - أنثى الأسترجون . و - أنثى السالون . ١٠ - الشرج . ٢ - ثقب بطنية . ٣ - المجمع . ٤ - فتحة تناسلية . ٥ ، ٥ - قناة البيض اليسرى واليمنى للأسماك كاملة التعظم . ٧ - منطقة المستقيم في الأمعاء . ٨ ، ٨ - قناتي البول اليسرى واليمنى . ٩ - فتحة بولية تناسلية . ١٠ - حلقة بولية تناسلية . ١١ - جيب بولى تناسلى . ١٢ - حلقة بولية (من دين) .

ويظهر أن المجمع اليهائي كأنَّ يوجد مع ذلك في أسلاف رباعيات القدم لأنه موجود في كل البرمائيات والزواحف والطيور وتصب فيه منتجات كل هذه الأجهزة الثلاثة (أشكال ٢٧٣ ، ٢٧٤ ، ٢٧٥ ، ٢٩٤) . وقد لاحظنا في الجهة البطنية للمجمع أنه تتكون في كثير من الزواحف مثانة بولية كبيرة قابلة للتمدد وهذه مع ذلك عموماً ليس لها اتصال مباشر مع الحوالب .

مصدر المجمع في الثدييات : من بين الثدييات لا يزال لوحيدة المخرج البدائية (كما يدل الاسم) مجمع ، ولكن الأنواع الأرقى قد استغنت عن هذا التركيب وأصبحت لها فتحة شرجية منفصلة عن المخارج البولية والتناسلية، وتظهر بداية هذا الانقسام في مجمع وحيدة المخرج (شكل ٢٩٤ ب) . وهو



شكل ٢٩٤ - قطاع فى منطقة المجمع فى ١٢ - ذكر السلحفاة . ب -
 ليدى وحيد المسلك (أكيدنا) . فى ١ - تركيب يشبه القضيب يوجد فى
 أرضية المجمع . زوج من الثنيات قد تتقابلان لتكونا أنبوبة عند قذف
 الحيوانات المنوية . فى وحيدة المسلك قضيب متكون موجود داخل المجمع .
 ويتكون من قناة مقسمة الى عدد من الأفرع لتقل الحيوانات المنوية ولكن
 البول يمر عن طريق المجمع . فى أغلب الزواحف يفتح الحالب فى الجهة
 الظهرية للمجمع فى منطقة بعيدة عن المثانة . ووضع الحالب فى السلاحف
 يقترب جدا من الوضع فى الثدييات وذلك فى الإزاحة البطنية لهذه الفتحة .
 الأنبوبة المسماة مجرى البول فى الشكلين تساوى التركيب فى
 أنثى الثدييات العليا ولكنها هنا انقسام بطنى قريب من المجمع . أما
 التخصص فى الترسة فهو وجود زوج من التراكيب العديدة الشبيهة بالمثانة
 فى الجذر الجانبية للمجمع . (١ - من موين د ب - عن كيبيل) .

يكون وحدة واحدة فى معظم امتداده ، ولكن الجزء القريب منه ينقسم الى :

(١) منطقة مستقيمة أو المعى البرازى يوصل الامعاء بالخارج .

(٢) معى بولى وهو بطنى أكثر وتمر منه المنتجات البولية والتناسلية .
 ويوجد فى الكيسيات كيس ضحل يمثل الأثر الأخير للمجمع .

أما فى الثدييات المشيمية فقد اختلف هذا التركيب القديم وأصبح
 المعى البرازى ببساطة هو الجزء النهائي للمعى يفتح فى الشرج . وللمعى
 البولى مع ذلك تاريخ أكثر تعقيدا ويختلف كثيرا فى كلا الجنسين .

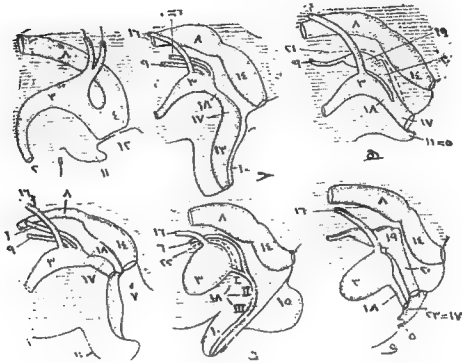
ونفهم الحالات هنا تماما عندما نأخذ في الاعتبار التاريخ التكويني الذي يبعد الى درجة كبيرة تاريخ الجنس (شكل ٢٩٥) . في حيوان ثديي مشيمي يوجد مجمع في مرحلة مبكرة يتكون بالتوسع في اقصى الامعاء ومنفصل يشاء من منخفض المسلك الشرجي . وتفتح قنوات الكلى القديمة وقنوات البيض في جزء بطني من المجمع الذي يمتد الى الخارج حتى الانثوس والذي منه ستكون المثانة وسرعان ما يتكون الحالبان ويفتحان هنا ايضا .

وبينما لا يزال الجنين في الحالة الجنسية غير المتميزة يتكون فواصل يمتد الى الخارج في اتجاه الفشاء المطلق . ويقسم هذا الفاصل المجمع الى غرتين : معى برازى يتصل بالمعى من اعلى ، ومعى بولى او جيب بولى تناسلى من اسفل . وفي هذه الاثناء تبدأ المثانة في التمدد ويبقى الحالبان على اتصال بها . وتوجد بين المثانة والجيب البولى التناسلى انبوبة قصيرة ورفيعة نسبيا وهى التى ستكون جزءا من او كل مجرى البول في الحيوان البالغ . وتنتهى قنوات المنى وكذلك قنوات البيض عند نقطة حيث تفتح هذه الأنبوبة في الجيب (شكل ٢٩٥ ب) .

وبعد هذه المرحلة تنشعب الأحوال في كلا الجنسين . في الانثى (شكل ٢٩٥ هـ ، و) يصبح الجيب البولى التناسلى دهليز الجهازين البولى والتناسلى ، وقد يحتفظ هذا ببعض العمق (كما في اللوامح) او بمنخفض ضحل نسبيا (كما في الرئيسيات) . ويفتح في الدهليز الطرفان البعيدان المتحمان لقناتي البيض كهليل (وبالطبع تتلاشى قنوات المنى) كما تفتح في الدهليز ايضا قناة مجرى البول القصيرة من المثانة .

وللجيب في الذكر تاريخ مختلف اذ أنه يصبح انبوبة طويلة تستمر داخل القضيب . وفي طرفه القريب تفتح قنوات المنى (وتتلاشى قنوات البيض) والانبوبة الآتية من المثانة . وفي الانثى تكون هذه الأنبوبة القصيرة القريبة كل مجرى البول ولكن في الذكر يطلق اسم مجرى البول على كبل امتداد هذه الأنبوبة من المثانة حتى نهاية القضيب . وعلى هذا فمجرى البول في كل من الذكر والانثى لا يقارن كل منهما بالآخر ، لان مجرى البول في الذكر يشمل ما يشبه مجرى البول والدهليز في الانثى .

الأعضاء التناسلية الخارجية : التلقيح الخارجى هو القاعدة العامة في الفقاريات المائية الأولية والتي ليس لبيضها قشرة . ولكن الحيوانات التى لبيضها قشرة ، او التى تلد ، بما في ذلك الاسماك الغضروفية ، وقليل



شكل ٢٩٥ - التكوين الجنيني لمنطقة المجمع في الثدييات . أشكال جانبية توضيحية . أ - الطور غير المتميز جنسيا . الأمعاء والانتويس يفتحان في المجمع غير المقسم . قناة الكلية القديمة والحالب يفتحان معا في قاعدة الانتويس . ب - طور أكبر غير متميز . قناتا البيض الجنينية متكونان . الحالب وقناة الكلية القديمة منفصلان . المجمع منقسم الى مستقيم وجيب بولي تناسلي . ابتداء عضو التذكير في التكوين . ج - طور مبكر في تكوين الذكر . د - تركيب الذكر البالغ . وعلى عكس الأنثى تختفى قناة البيض (الخط المتقطع في د) . تصبح قناة الكلية القديمة القناة الناقلة . ويشمل مجرى البول المتسع بالإضافة على قاعدة الانتويس و الجيب البولي التناسلي و قناة تخترق القضيب . هـ - طور مبكر في تكوين الأنثى . و - تركيب الأنثى البالغة . اختفت قناة الكلية القديمة (الخط المتقطع في هـ) . تتكون المثانة من قاعدة الانتويس مع مجرى بولي قصير بعيدا عنها . تخصص الرحم والمهبل من قناة البيض الجنينية . تكوين عضو التذكير كبطر .

١ - قناة الكلية القديمة . ٢ - ساق الانتويس ٣ - المثانة . ٤ - المجمع . ٥ - البظر ٦ - قناة ناقلة . ٧ - ثنية تناسلية . ٨ - الأمعاء ٩ - قناة البيض . ١٠ - قضيب . ١١ - عضو تذكير ١٢ - فسلك شرجي . ١٣ - مجرى البول في القضيب . ١٤ -

من الاسماك كاملة التعظم ، وكل الرهليات ، يكون التلقيح الداخلى من الضروريات ، وتتكون تراكيب ذكرية خاصة لتسهيل دخول الحيوانات المتوية فى القنوات التناسلية الانثوية . فى القروش والقوايع والكيما تتخذ هذه التراكيب شكل المساكات التى تمتد من الزعانف الصدرية (١) (شكل ١٣٠ ج) وتولج هذه داخلى مجسم الانثى وتنشئ ثنيات من الجلد على شكل انابيب بطول المساكات لتكون ممرا للحيوانات المتوية . وفى عدد من الاسماك كاملة التعظم التى تضع احياء يوجد شئ وسطى يشبه المساكات يتكون من الزعنفة الشرجية .

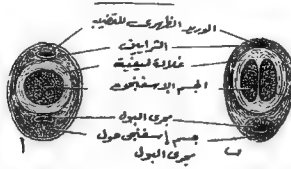
وفى اسلاف الرهليات كان يبدو أن الاتصال المباشر بين مجعئ الانثى والذكر كانيا لنقل الحيوانات المتوية ، لأن الاسفينودن ليس له اعضاء تلقيح، كما هى الحال فى معظم الطيور . وفى كثير من الزواحف مع ذلك للذكر نوع ما من عضو اضافى ، القضيب ، يساعد فى نقل الحيوانات المتوية . ويكون نصف القضيب فى الثعابين والعظاءات « السحالى » زوجا من الجيوب الجمعة التى تحتوى غالبا على نتوءات تشبه الاشواك وفى وقت التزاوج تنقلب هذه الى الخارج وتدفع فى مجعئ الانثى .

وتوجد فى الترسة والتماسيح تراكيب قد تشبه التركيب السابق لقضيب الثدييات (شكل ٢٩٤ ا) . ويقع فى الحائط البطنى للمجعم زوج من الحيوذ الطويلة بينها ميزاب وهما الجسمين المتكففين للقضيب ويتكونان من نسيج اسفنجى (كما يدل الاسم) كما يوجد تركيب اسفنجى آخر هو حشفة القضيب التى تقع فى النهاية للخارجية للميزاب . وعند الاثارة تمتلىء هذه التراكيب بالدم وتولج الحشفة فى مجعئ الانثى . اما الميزاب الموجود بين الجسمين المتكففين فيقفل على انبوبة تحمل الحيوانات المتوية ، والانثى يوجد تركيب مماثل ولكنه اصغر وهذا هو البظر .

تابع شكل ٢٩٥ : المستقيم . ١٥ - الصفن ١٦ - الحالب ١٧ - الجيب البولى التناسلى . ١٨ - مجرى البول ١٩ - الرحم . ١٠ - المهبل . ٢١ - اثار قناة الكلية القديمة . ٢٢ - اثار قناة البيض . ١٣ - دهليز .

(١) هكذا ذكر المؤلف وصحتها الزعانف الحوضية . المترجم

وتوجد فى وحيدة المسلك تراكيب مشابهة الى حد ما ، أما بظر انثى الثدييات فيكون فى الغالب غير متكون نسبيا . فى الثدييات العليا مع ذلك يصبح القضيب عضوا خارجيا قائما بذاته وتبقى الحشفة والجسم المتكفف، أما الميزاب الموجود بين التراكيب الأخيرة فقد يقل ليصبح الجزء البعيد لمجرى البول ويحاط بجسم متكفف اغشى هو الجسم المتكفف لمجرى البول شكل ٢٩٦ .



شكل ٢٩٦ - قطاعان فى قضيب القرد رومس .
١ - الجزء القريب ، ب - الجزء البعيد . (من فيسلوكى) .

الفصل الرابع عشر

الجهاز الدورى

ليست هناك حاجة الى جهاز دورى فى كثير من اللافقاريات الصغيرة ؛ اذ ان المسافات قصيرة ، وقد يتم الحمل الداخلى للمواد بالانتشار ، كما ان اندفاع السوائل هذا قد يكون نتيجة لحركات الجسم . وعندما يكبر حجم الحيوان وتزداد الامور تعقيدا عندئذ يحتاج الامر الى وجود اعضاء خاصة . ومقارنة ذلك بالمجتمع الانسانى قياس صحيح ، ففى قرية ما عندما تكون المخازن والمدرسة والكنيسة كلها قريبة من المساكن التى تخدمها يصبح من غير الضرورى وجود جهاز للمواصلات . ولكن عندما تكبر الجماعة لا تلبث هذه الحالة ان تتغير ويصبح تنظيم اجهزة للنقل عندئذ من الضروريات .

وابسط انواع الجهاز الدورى هو الذى يشاهد بين اللافقاريات ؛ وهو ذلك الجهاز المفتوح الذى يكون القلب فيه مضخة تدفع الدم داخل مجموعة من الاوعية - الشرايين - الى اجزاء الجسم المختلفة . وعند النقط التى تنتهى فيها هذه الاوعية ينطلق الدم فى المسافات بين الانسجة حيث يعود ثانية من نفسه الى القلب . ويشاهد فى السهيم تقدم اكثر اذ توجد اوعية - اوردة - تعود بالدم الى القلب . ومع ذلك لا يزال الدم فى دورته على اتصال مباشر بخلايا الجسم التى يخدمها . وقد تم فى الفقاريات تكوين جهاز مقفل تماما يسير الدم فيه بين الاوردة والشرايين فى اوعية دقيقة هى الشعيرات . ولا يكون الدم ابدا على اتصال مباشر بالانسجة . وللفقاريات العليا بالإضافة الى هذا مجموعة من الاوعية هى الاوعية الليمفاوية والتى تعود بالدم من الانسجة الى القلب .

الوظائف : فى مقدمة وظائف الدم حمل المواد من الخلايا واليها (من طريق السائل بين الخلوى) . فالأكسجين لا بد وان يحمل باستمرار من الخياشيم او الجلد او الرئات ، وكذلك يحمل الدم تيارا صغيرا ولكنه منتظم من المواد الغذائية - وعلى الاخص الجلوكوز والدهون والاحماض الامينية - التى تاتى من الامعاء او من مراكز التخزين ، او التصنيع وعلى الاخص الكبد . وعلى العكس من ذلك لا بد وان يتخلص الجسم من النفايات ؛ فالتخلص من ثانى اكسيد الكربون من اختصاص الخياشيم او الرئات ، اما الكليتان فتقوم بالتخلص من البقايا الازوتية والماء الزائد فى عمليات الايض .

وقد لاحظنا أن الإبقاء على جو داخلي ثابت ومحدد بدقة ضروري لمصلحة الخلايا والأنسجة . وسريان السائل المستمر داخل الجسم في الدم يعمل على تناسق تركيب السوائل البينية لكل منطقة ، كما أنه يساعد على الإبقاء على درجة حرارة منتظمة نسبيا ومن بين الفوائد الأخرى للجهاز الدوري هي المساعدة في الكفاح ضد الأمراض ، وفي إصلاح الأضرار ، وكذلك من طريق سريان الهزموثات يعمل تيار الدم كجهاز عصبي اضافي .

الدم

الدم الذي يملأ الأوعية في الجهاز الدوري يمكن أن يعتبر كنسيج ، وينشأ الدم كما ينشأ النسيج الضام والنسيج الهيكلي من الميزنكيم . وكل واحد من هذه الأنسجة الثلاث يتكون من خلايا تقع داخل المادة الخلالية وفي العظم والتضروف تكون المادة الخلالية مادة صلبة ، أما في النسيج الضام فهو مادة جيلاتينية القوام ، ولكن المادة الخلالية في الدم سائلة تسبح فيها الخلايا الدموية بحرية مطلقة .

بلازما الدم : المادة الخلالية السائلة في الدم ، أو البلازما (١) ، هي سائل مائي معقد التركيب . وقد وصفنا مقدما تركيب السوائل البينية التي تحيط بخلايا الجسم وخاصة ما تحتويه في محلولاتها من مجموعات الأملاح المعقدة الثابتة . والدم أصلا جزء من عصارة هذا النسيج تضمه جدر الأوعية الدموية ويحتوي على نفس هذه الأملاح . وبالإضافة إلى هذا فإن الدم يحتوي على مواد خاصة به على شكل بروتينات الدم الخاصة - زلال وجلوبولين - فيبرونجين صنعتها - كما يعتقد - خلايا الكبد . وهذه الجزئيات كبيرة لدرجة أنها لا تستطيع أن تمر من خلال جدر الشعيرات حيث نترك تيار الدم . ووجود بروتين الدم يرفع الضغط الأسموزي له ويجعله أعلى مما هو عليه في السوائل البينية - وهذه منطقة هامة في وظيفة الشعيرات . وعلاوة على ذلك تلعب الجلوبيولينات المختلفة أدوارا نشطة مختلفة ، وخاصة كاجسام مضادة تقف ضد غزو الفيروسات ، كما أن الفيبرونجين هو المادة التي تسبب تجلط الدم عندما يقطع أحد الأوعية .

(١) كلمة مصل Serum تطلق على السائل الذي يبقى بعد أن تتكون الجلطة البروتينية (فيبرين) وتزال من البلازما المتجلطة .

وكما تحتوى البلازما على هذه المكونات الثابتة والدائمة يحتوى الدم على مواد عابرة - مواد غذائية ، وخاصة الجلوكوز وهو فى طريقه الى الخلايا ، وبقايا ازوتية (وخاصة اليوريا وحمض اليوريك) . وثانى اكسيد الكربون ، وكميات قليلة من الهرمونات .

الخلايا الدموية : (شكل ٢٩٧) . لا توجد المكونات الخلوية للدم فى السليم ولكنها غالبا ما توجد بلا اختلاف فى الفقاريات . وهى تتكون طبيعيا من :

- ١ - الكريات الدموية الحمراء او الخلايا الحمر
- ٢ - الكريات الدموية البيضاء او الخلايا البيض
- ٣ - خلايا التخثر او التجلط

واذا اخذنا فى الاعتبار النسبة المئوية للوظائف المختلفة نجد ان نقل الاكسجين هو اهم وظائف الجهاز الدورى . ومما يساعد كثيرا فى هذا المجال المركبات المعدنية وخاصة الحديد والنحاس التى توجد فى كثير من الحيوانات فى الشعب المختلفة اما حرة فى تيار الدم او داخل الكريات الدموية . وحامل الاكسجين فى الفقاريات هو مركب الحديد الهيموجلوبين والذى يتركز فى الكريات الدموية الحمراء او الخلايا الحمر . وفى اغلب الفقاريات تكون هذه الخلايا الحمر تراكيب بيضاوية مفلطحة ، وهى خلايا حقيقية بها نوى . ومع ذلك ففى الثدييات تطرح الخلايا الحمر نواها ، وعلاوة على ذلك ففى كل الثدييات تقريبا (الجمال واللاما شواذ) الكريات مستديرة اكثر مما تكون بيضاوية . ويختلف حجم الكريات الحمراء كثيرا فكريات الثدييات يبلغ قطرها ميكرونات قليلة ، وقد يصل حجمها فى بعض البرمائيات الى مائة ضعف او اكثر من حجم الكرية المثالية فى الثدييات .

والكريات البيضاء او خلايا الدم البيض اقل فى العدد كثيرا من الكريات الحمراء ، وهى تكون فقط حوالى ١٪ من الخلايا النووية فى الرهليات المثالية ، ولكنها قد ترتفع الى ١٠٪ فى بعض الاسماك . ومن الممكن تمييز مجموعتين اساسيتين من الخلايا البيضاء - نوع ليمفى بنواة بسيطة وسيتوبلازم رائق ونوع آخر هو الكريات المحبة بها المواد النووية مرتبة من غير نظام ومقسمة غالبا ، كما ان السيتوبلازم محبب . ومن الكريات البيضاء الليمفية الخلايا الليمفية الشائكة وهى خلايا صغيرة ونواتها كبيرة وسيتوبلازمها قليل ، وهى تشتق اسمها من انها توجد فى الثدييات فى العقد الليمفية ،

بين مجموعات الفقاريات ، ولكنها نادرة في الفرد الواحد . اما الخلايا المستعمدة فهى لا تزال اقل في اعدادها ، وهى نادرا ما توجد في الاسماك . وبالرغم من الدراسات الكثيرة فان وظيفة خلايا الدم البيض غير معروفة تماما . ولكنها تتجمع بسرعة في الأنسجة المصابة او التى قد اصابها ضرر حيث يظهر بعضها كخلايا بلعمية او خلايا أكالة ، وقد يساعد بعضها في الاصلاح بتحوله الى عناصر النسيج الضام .

خلايا التخثر او الخلايا المنزلية هى عناصر الدم التى تشارك في تخثر الدم وفي اغلب طوائف الفقاريات تأخذ شكل خلايا منزلية مدببة صغيرة بيضاوية . ويوجد بدلا منها في الثدييات صفائح دموية صغيرة جدا ليست لها نواة . وتكسر للخلايا المنزلية يطلق مادة تعمل في التفاعلات الكيومية الضرورية لتكوين الياف الفيبرين التى تكون جلطة الدم .-

الأنسجة المكونة للدم

في أنسجة الجسم الأخرى يحدث تخصص للخلايا عادة في الأطوار الجنينية مرة واحدة فقط ، ثم بعد ذلك يحدث في المكان الذى توجد به الخلايا الناضجة ، ولكن هذا لا يحدث مع الدم . وتقاس حياة خلايا الدم بالاسبوع والايام ، وتتجدد هذه الخلايا على الدوام . وليست الكريات الدموية ثابتة في مكانها . فتمتئ نضجت أصبحت حرة تسير الى اى جزء من الجسم غير حاملة معها اى دليل على كيفية او مكان تكوينها . وعلى هذا كانت دراسة تكوين وعلاقة الخلايا الدموية مسألة صعبة الفهم وهناك كثير من المسائل التى لم تحل بعد .

ولا ينشأ اى جزء من الجهاز الدورى من الصفائح اللطائية التى تتكون في الجنين المبكر . وينشأ هذا الجهاز اجمالا مثل النسيج الضام من الخلايا الميزنكيمية . وقد يظهر من هذه القرابة الجنينية حقيقة انه توجد في كثير من الحالات خلايا من النوعين يمكن ان تتحول الى النوع الآخر .

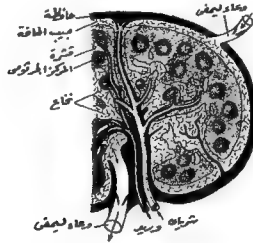
وقد توجد الأنسجة المكونة للدم في عدد من المناطق في الجسم ، وتختلف هذه كثيرا من نوع الى آخر ، وكذلك من المواقع الجنينية الى مواقع اخرى في الحيوان البالغ . ولهذه المواقع على العموم مظاهر تركيبية عامة . (شكل ٢٩٨) . فكلها تجويفات هى عبارة عن اتساعات في الاوعية الدموية او



شكل ٢٩٨ - النسيج المكون للدم . نخاع العظم من فخذ الثدييات يظهر كثير من النسيج الشبكي وخطيتين شبكيتين كما يرى أيضا نوعان من الخلايا البيضاء المحبة في طور التكوين وكذلك الخلايا للكريات الحمراء والتي منها ستكون الخلايا الحمر . والخلايا كبيرة النواة وهي خلايا من النوع الكبير الذي يعتقد أن الصفائح الدموية قد تتكون منها .
(عن ماكسيمو وبوم)

تقع بجوار مثل هذه الأوعية ، ويتكون هيكل هذا النسيج من شبكة من الألياف . وبين ثنايا هذه الشبكة توجد كتل من الخلايا الدموية في مرحلة التكاثر أو التخصص . ويظهر أن أبسط وأقل أنواع الخلايا تخصصاً والموجودة في مثل هذه الأنسجة هي الخلايا المكونة لخلايا الدم وهي النوع الأساسي للخلية الدموية البدائية والتي ستكون منها الكريات البيض وأما الكريات الحمر .

مناطق تكوين الدم : أول الأوعية الدموية التي تتكون في الجنين هي التي تقوم بنقل المواد الغذائية ، أما الخلايا الدموية الأولى فهي الخلايا الدموية الحمراء التي تتكون متصلة بهذه الأوعية . كنتيجة لهذا تتكون هذه الخلايا الأولى من الميزتكيم الموجود في أرضية البطن المثلثة بالمح ، وذلك في الحيوانات التي لها بيض متوسط المح . أما في البيض ذى المح الكثير فانهما تتكون من مجموعات من الخلايا المتشابهة على

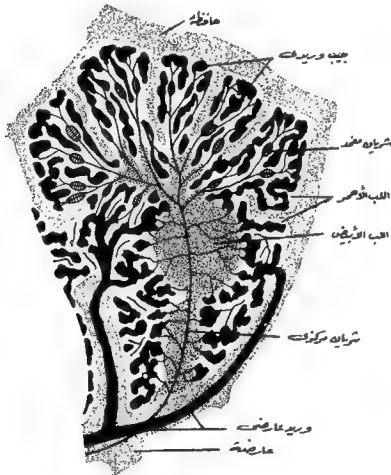


شكل ٢٩٩ - شكل توضيحي لتركييب العقيدة الليمفية . وهي بالإضافة الى الأوعية الليمفية مزودة بشريان ووريد صغيرين . (عن بورتمان)

سطح كيس المح مكونة مايسمى بالجزر الدموية (شكل ١٢٤٨) وفي حالة متأخرة ، نوما ما تنشأ الأوعية الدموية من مناطق مختلفة من الميزتكيم أو من جذر الأوعية الدموية . والمناطق المفضلة في الجنين تشمل الكلية والكبد والطحال وأنسجة الزور وخاصة الغدة التيموسية .

وحتى في الحيوان اليافع قد يحتوى الكثير من الأعضاء المختلفة على مراكز تكوين الدم في مجموعة أخرى . في الجلكيات ، وفي كثير من الأسماك كاملة التعظم والبرمائيات ، تبقى الكلية طيلة حياتها ذات أهمية في إنتاج الخلايا الدموية ، وفي هذه الحيوانات ، وفي السلاحف المائية يحتوى الكبد على الأنسجة المكونة للدم . وفي القروش تتكون الخلايا البيض في المناسل . ويستمر وجود الأنسجة الليمفاوية في الزور في الحيوانات المختلفة

من السمكة الى الثدييات ككتل من الخلايا تشبه اللوز . في الفقاريات العليا
يصل نخاع العظام كمركز كبير لتكوين الدم . وتصبح التجاويف الداخلية في
العظام الطويلة ذات فائدة ايجابية في هذا السبيل . في بعض الضفادع وفي
الزواحف والطيور تتكون كل انواع الخلايا الدموية في النخاع . وفي
الثدييات - مع ذلك - يظهر أن نخاع العظام لا يدفع الى الدم بخلايا لمفية .
وقد وجد ان هذا النوع الاخير - بدلا من ذلك - يخزن ويتكاثر في العقدة
اللمفية (شكل ٢٩٩) وهي اعضاء مستديرة وصغيرة تقع على طول الاوعية
اللمفية . وقد توجد عقدة لمفية قليلة في الطيور ولكن لا يوجد مثل هذا
التركيب في طوائف الفقاريات الدنيا .



شكل ٢٠٠ - رسم توضيحي لجزء من طحال الثدييات . التجويفات
الوريدية سوداء . اللب الأبيض (نقط ثقيلة) . حافظة النسيج الضام
والحواجز (نقطة خفيفة) . اللب الأحمر (غير منقط) . الشرايين المغلقة
محاطة باللب الأبيض عن فينرثي وكودري .

الطحال : هل نجد في حالة الطحال فقط أنسجة تشترك في تكوين خلايا الدم أو تخزنها كما توخى بذلك حالة هذا العضو الكبير القائم بذاته ؟ حتى في دائريات الفم يوجد الطحال كتكتلة من النسيج الدموى المتشابه الذى يحيط بجزء من المعى . ولكن في كل مجموعة أخرى من الفقاريات ، فهو وأن كان ملاصقا للمعى إلا أنه تركيب أحمر مميز يقع في الماويق الظهرية . وكما يرى في شكل ٢٠٠ قد يكون له تركيب معقد . وفي داخل تركيبه الشبكي توجد كتل من الخلايا الدموية التى تكون في مناطق محددة أما لبأ أبيض يحتوى على الخلايا البيضاء ، وأما لبأ أحمر تسود فيه الخلايا الحمر . ويفذى الطحال بشريان ويصرف بوريد ويتفرع كلاهما بطريقة معقدة ولا توجد أوعية لمفية .

والطحال في كل مجموعة مركز هام لإنتاج الخلايا الدموية ؛ ففي الجنين خلايا الدم الحمر ، وكذلك خلايا الدم البيضاء تتكون فيه . وتبقى هذه الوظيفة في الحيوان اليافع إلا في الثدييات حيث يصبح نخاع المركز الهام لإنتاج الخلايا الحمر ، أما الخلايا البيضاء فهي التى تنضج فقط في الطحال . ومع ذلك تخزن الخلايا الحمر بكميات كثيرة في الطحال ؛ وذلك في الثدييات كما هي الحال في الحيوانات الدنيا ، كما تتكسر فيه مثل هذه الخلايا الى درجة ما على الأقل .

الأوعية الدموية

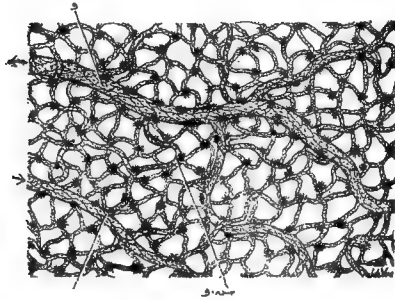
أوعية الجهاز الدورى مثل الخلايا الدموية تنشأ من الميزنكيم الجنينى . وعندما يبدأ السائل المحتوى على الغذاء في السريان خلال الجسم في الأجنة المبكرة تتجمع الخلايا الميزنكيمية المجاورة حول مثل هذه المجارى وتحيطها بجدار كامل . ويتم تكوين كل الأوعية بنفس الطريقة . وأخيرا في التكوين وفي الحياة اليافعة تتكون أوعية جديدة (كلما نمت الأنسجة أو كضرورة لإصلاح الأضرار) بنوات من بطانة المجارى التى سبق تكوينها . تسمى البطانة الداخلية للأوعية الدموية . والبطانة الداخلية - وتتكون من خلايا رفيعة ورقية الشكل - متصلة بعضها ببعض عند حافاتها وهنا يصبح السائل المتجول على اتصال مباشر مع السائل البينى ، أو خلايا الجسم ، ولو أن أغلب البلازما تستطيع أن تمر بحرية من خلال الفشاء الطلائى الداخلى الرفيع .

وتشمل أوعية الجهاز الدوري على : (١) القلب ، و (٢) الشرايين ، وهي التي تعرف بأنها الأوعية التي تحمل الدم من القلب الى أنسجة الجسم ، و (٣) الشعيرات والتراكيب المشابهة وهي أوعية صغيرة جدا تصل الشرايين بالأوردة ، و (٤) الأوردة وهي التي تعود بالدم الى القلب أو في اتجاهه ، و (٥) الأوعية اللمفية وهي أوعية مساعدة ظاهرة في الفقاريات العليا تساعد في عودة السوائل من الأنسجة .

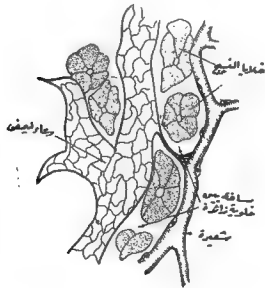
الشعيرات : (شكل ٣٠١ ، ٣٠٢) . وهي أصغر الأوعية ، وتتركز جدرانها من طبقة طلائية داخلية واحدة رفيعة يسمح اتساعها الداخلي بمرور كمية حمراء واحدة فقط . وتمتد الشعيرات عادة من نهايات أفرع الشرايين . وتجوّل داخل الأنسجة بطريقة تصبح بعدها لا توجد خلية واحدة بعيدة عن شعيرة من الشعيرات . وتتجمع هذه الشعيرات عند نهايتها البعيدة لتكون الأوردة . وقد تقوم شبكة من الشعيرات مع ذلك في طريق الجهاز الشرياني أو الوريدي ، في الفقاريات التي لها خياشيم قد يعترض طريق الدم الشرياني من القلب جهاز شعيري (١) في الخياشيم . وعودة الدم الوريدي من الأنسجة الى القلب قد يعترض طريقه ايضا ممرات قهرية عن طريق شبكة من الشعيرات أو ما يشبهها من الأوعية ، كما يحدث في الكبد في كل الفقاريات وفي كثير من الحيوانات . وقد يحتر جهاز من الشرايين يعود بالدم الى شعيرات بابية في بعض الأعضاء بدلا من أن يعود مباشرة الى القلب ويسمى هذا بالجهاز البابي .

وبالرغم من أن الشعيرات هي الاتصالات الكبيرة بين الشرايين والأوردة فإنه توجد أنواع أخرى من الاتصالات . فقد توجد أحيانا دوائر قصيرة مباشرة من القنوات الأكبر - تشابك - بين الشرايين والأوردة ، أو قد تحمل محل الشعيرات برك صغيرة ورفيعة الجدر من الدم تسمى بالجيوب .

(١) لقد تعودنا أن نفكر في الصورة المألوفة أن الدم الشرياني دم مؤكسج ، ومن ثم فلو أنه أحمّر . ولكن الدم الشرياني ما بين القلب والخياشيم هو طبيعيا أزرق . الشرايين والأوردة التي تؤدي من وإلى الرئة في رباعيات القدم تنعكس نوعي الدم الأزرق والأحمر .



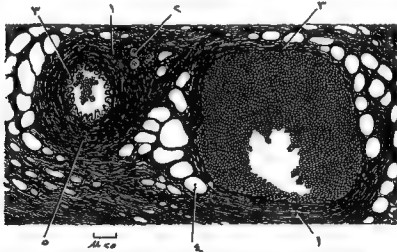
شكل ٣.١ - جزء من الشعيرات في النشاء الموجود بين اصابع ندم
الضفدع بين الشريان الصغير (ش) والوريد (و) وشبكة من الشعيرات
والاتصالات المباشرة بين الشرايين والأوردة (ش.و). (عن رنج) .



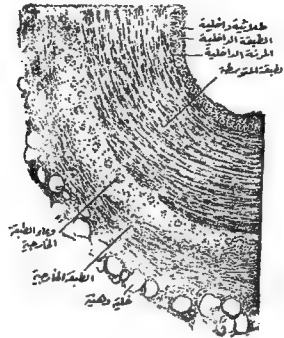
شكل ٣.٢ - وعاء ليفي صغير وسعير مبطون
عن يوندر

والشعيرات صغيرة للدرجة أنها لا تشرح بالوسائل العادية ، ومن ثم فهي تهمل من وجهة النظر التشريحية . ولكن يجب أن لا ننساها لأنها من الناحية الوظيفية هي أهم جزء في الدورة الدموية . وفي غيرها من الأوعية الدم غابر قطع . أما هنا في الشعيرات فإن الدم يعمل ، فمع السوائل بين الخلوية . وعن طريق هذه مع الخلايا يتم تبادل الأكسجين والمواد الغذائية بدلا من ثنائي أكسيد الكربون والمواد المسرفة ، وعند الطرف الأمامي لجهاز الشعيرات يميل التوازن بين ضغوط السوائل إلى دفع المواد خارج الشعيرات . وبكفي الضغط الاسموزي لدفع الأكسجين والمواد الأخرى الذائبة من الدم إلى الأنسجة . وفي النهايات البعيدة جدا من الشعيرات يقلل عادة ضغط السوائل . والفرق بين الضغط الأزموزي والسوائل الخارجية يساعد على خروج ثنائي أكسيد الكربون والمواد المسرفة .

الشرايين والأوردة : (شكل ٣٠٣ ، ٣٠٤) . أما الأوعية الأكبر في الجسم فهي الشرايين والأوردة وأفرعها الأصفر الشريينات والوريدات ، وكذلك الأوعية اللغمية الكبيرة تغلف جذرها أغلفة خارجية بالإضافة إلى الطلائية الداخلية الموجودة في كل مكان ، وتشمل هذه الياف من النسيج الضام واليااف مرنة وخلايا المضلات المساء بكميات مختلفة . وتوجد في جدار الشرايين والأوردة الكبيرة أوعية دموية صغيرة مفردة لهذه الأنسجة .



شكل ٣٠٣ - قطاع في شريان صغير والوريد الذي يصاحبه يبين الفرق في الحجم وسبك الجدر . ١ - الطبقة الخارجية ٢ - شعيرات ٣ - الطلائية الداخلية ٤ - خلية دهنية ٥ - الطبقة المتوسطة (الطبقة العضلية) للشريان . (عن ريتج عن ماكسيمو وبولوم) .



شكل ٣٠٤ - قطاع في شريان لذيبي . (عن شيفر) .

وتوصف عادة جدر الأوعية الكبيرة بأنها تتكون من طبقات ثلاث : طبقة داخلية وطبقة وسطى وطبقة خارجية . وكما يرى في الأوعية الصغيرة قد تتكون الطبقة الداخلية من طلائية داخلية فقط ، ولكن توجد في شريان كبير أيضا طبقة رقيقة من النسيج الضام وغلاف من النسيج المرن وهو الغشاء المرن الداخلي . أما الطبقة الوسطى فهي دائما غلاف من العضلات الملساء والتي قد تتكون عادة في الأوعية الكبيرة من طبقتين من الألياف الدائرية والألياف الطولية . وقد تحد أحيانا الطبقة الوسطى من الخارج بنشاء مرن ثان . وتوجد فوق ذلك الطبقة الخارجية - نسيج ضام - مفكك غالبا وهو الذي يربط الوعاء بالتركيب المجاورة . وللشرايين والأوردة تركيب مشابه إلا أن الأوردة (كما يرى في شكل ٣٠٣) جدرانها أرفع وأكبر اتساعا من الشرايين المماثلة . وهذه الخلايا عادة نتيجة لأن الدم الشرياني يدفع تحت ضغط أعلى وبسرعة أكبر من سرعة الدم في الأوردة .

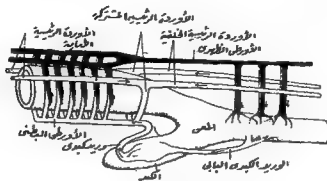
وتؤدي هذه الخلافات الوظيفية الى فروق أكثر بين الشرايين والأوردة . فان اتساع الشريان يعمل للبقاء ثابتا ويقل فقط عندما يتفرع الشريان الى افرع أصغر . ولكن الوريد قد يتمدد على طوله ليكون كيسا كبيرا او جيبا . وبالجهاز الشرياني قليل من الشواذ الفردية ، على حين تختلف الأوردة كثيرا . ولما كانت التيارات المتدفقة بسرعة من أعلى الجبل تعمل الى اتخاذ الطريق المباشر غير المتعرج بينما أندفاع التيار الهادئ يتمرج ويتفرع ثم يتجمع مكونا جزرا ، وهكذا في الجنين يظهر الوريد كشبكة من القنوسات المختلفة (تارن شكل ٢٢٩)^١ . وای من هذه القنوسات سيكون الوريد بهذا غير محدد ، ومن ثم كانت الاختلافات المديدة في الأوردة . وتتكون في الأوردة عادة صمامات وعادة في أزواج ، وهذه الصمامات ثنيات من الطبقة الداخلية حيث يقع خلفها انخفاض يشبه الجيب . ومرور السوائل الى الخلف في وريد هادئ يمنع امتلاء هذه الجيوب . ومن ثم تفلق الأوردة . ولا يوجد غالبا مثل هذه التراكمات في الشرايين أبدا حيث ان الدم الشرياني لا يمكن ان يمر الى الخلف ضد صمامات القلب .

الجهاز الشرياني

جهاز القوس الشرياني في الأسماك (أشكال ٣٠٥ ، ٣٠٦ ، ٣٠٩) - في الفقاريات البدائية التي تنفس بالخياشيم (وفي السهم كذلك) يمر كل الدم من القلب الى الامام في اورطى يطنى يقع في قاع الزور . ومن هذا الاورطى يلتف الى أعلى عدد من الاقواس (١) الشريانية على كل جانب بين الفتحات الخيشومية المثالية . ويتفرع كل قوس الى شعيرات في الأغشية الخيشومية لتهوئة الدم ، ثم تتجمع الشعيرات ثانية في المنطقة الظهرية الى اوعية شريانية تمر الى انسجة الجسم والراس . وفي الفقاريات الأرضية تفقد الخياشيم ، ولكن الاوعية القوسية توجد في كل جنين . وتاريخ الاقواس الشريانية من أعظم الفصول الهامة في التطور التركيبى للفقاريات .

وفي شكل توضيحي لحيوان فقارى بدائي (شكل ١٣٩) يمكن ان نرسم المورة الشريانية ، وهي تضم اقواسا زوجية تمر الى أعلى كل جانب امام او بين كل فتحة او جيب خيشومى ، وتصل الى الاورطى الظهرى بعد شبكة من الشعيرات ، وهذا الوعاء الكبير في الخلف عبارة عن جذع ونطى

(١) الاستعمال الثلاثى لكلمة قوس في منطقة الخياشيم قد شرح من قبل . وفي هذا الفصل سنستعمل دائما القوس الشريانية .



شكل ٣.٥ - شكل توضيحي للأوعية الدموية الكبيرة في السقيم . وبخلاف غياب القلب في النهاية الخلفية للأورطي البطنى يشبه هذا الجهاز ما هو موجود في الفقاريات . الذى يظهر هنا هو قليل من الأقواس الشريانية فقط . الجهاز الشعري غير مبين الا ذلك الخاص بالجهاز الكبدى الباقى .

واحد يحمل الدم الى الخلف الى اعضاء الجسم ، في حين يتكون في الامام من زوج من الاوعية واحد على كل من جانبيه الراس . ويظهر ان عدد الاقواس الشريانية كان كبيرا ومختلفا في اسلاف الفقاريات (وهو كبير جدا في السهم) ، وبخلاف دائريات الفم وعدد قليل جدا من القروش قد توجد عادة في الفقاريات خمس فتحات خيشومية ، بالإضافة الى التنفّس (شبه الخيشوم) ، ومن ثم فمن المحتمل وجود ست اقواس شريانية تعرف عادة بالاقام الرومانية . وتكون هذه الاقواس في اجنة الفقاريات عامة بترتيب منتظم من الامام الى الخلف . وحتى تبدأ الخياشيم في العمل تبقى هذه الاقواس مستمرة وغير متقطعة في اسمائها .

وترفض الفقاريات على اختلافها أن تحول نفسها الى تركيب من صناعة الانسان ، ومع ذلك ففي الأقواس الشريانية - كما في أى مكان آخر - الحالة المثالية التى صورتها لا تبقى أبداً فى الحيوان البالغ. وعندما تكون الشعيرات الخشومية فى الأسماك تحدث اختلافات كبيرة فى أجزاء الأقواس الواردة والصادرة . وقد أوضحنا بالرسم توزيع الأقواس حيث يعد كل واحد منها كل خيشوم (أى كل فاصل خيشومى) ، ولكن فى البطيخيات يعد كل قوس كلا من الجزء الأمامى والخلفى للجبب الخيشومى ، وفى القروش كذلك الأوعية الصادرة موحدة أمام كل فتحة خشومية . والطريقة التى تتفرع بها

القوس الى جهاز شعيرى تؤدي الى اختلافات في ترتيب الأوعية الواردة والصادرة وممثل في شكل ٣١٠ الاختلافات الموجودة في مجموعات الأسماك المختلفة من هذه الوجهة . وتوجد اختلافات أخرى غامضة في وجود أوعية صادرة صغيرة (لا تظهر في رسوماتنا) والتي قد تعد انسجة منطقة الزور والقلب .

والحقيقة الهامة جدا هي انه في الأسماك ذات الفكوك ، والتي تتكون فيها دائما ست أقواس في الجنين ، لا بد وان يختفى أو يتحور بعض منها . وهذه هي الحال مع القوس الضبى . وتظهر غالبا هذه القوس واضحة في جنين الفكفميات العائشة ، ولكن لا يبقى منها الا جزؤها الظهري الذي قد يساعد في الإمداد الدموي للرأس (شكل ٣٠٦ شريان التنفس . قارن شكل ٣٠٩ ب) القوس الشرياني الثاني - الأمامي - تام التكوين في الأسماك الفضروفية ، ولكنه يفقد أيضا في الأسماك ذات الزعانف المشعة والسمة الرئوية أيسرأودوس . وهناك اختلاف آخر في السمكة الرئوية الأفريقية بروتيترس ، والتي تعتمد كثيرا على الرئتين في التنفس ، وهو أن القوسين الثالثة والرابعة يسيران من غير انقطاع مارتين بمنطقة الخياشيم .

الأقواس الشريانية في البرمائيات : (شكل ٣٠٩ هـ ، ١٣١١) . وتحدث تغيرات أبعد في الأقواس في البرمائيات ، ولكن التركيب في الحيوان اليافع على أكثر تقدير لا يبعد كثيرا عما هو في الأسماك الأكثر تقدما ، ويرتبط هذا بحقيقة أن الأوعية الخيشومية تصبح أنابيب مستمرة مع فقدان التنفس بالخياشيم . وتتكون الشعيرات الخيشومية في برقة الضفدعة فقط لتختفى فيما بعد . ولكن في الدليليات حيث لا تتكون الخياشيم الداخلية فيها أبدا تبقى الأقواس كتركيبة مستمرة من الجنين مباشرة الى الحيوان اليافع . وكما في الأسماك الأكثر تقدما يختفى الأول والثاني في أثناء الحياة الجنينية . وفي كثير من الدليليات قد تبقى كل الأقواس الأربع الباقية ، ولكن القوس الخامسة لا توجد في بعض الدليليات ، وفي كل اللامذنبات . وتبقى الأقواس الثالثة والرابعة كأعضاء باقية من هذه المجموعة .

وتحدث التغيرات مع ذلك في الاتصالات الظهرية للأقواس . حتى في الأسماك يعمل الدم المتدفق الى أعلى في القوس الثالثة الى المرور الى الأمام في اتجاه الرأس أكثر من الخلف في اتجاه الجسم . وفي رباعيات القدم يصبح هذا القوس وامتداد الأورطى الظهري منه الى الأمام الشريان السباتي الداخلى . ويجرى الى الأمام وعاء من ظهر القوس الثالثة في الجهة البطنية

الى منطقة اللسان مكونا الشريان اللساني . ونهاية الاورطى البطنى التى تؤدى الى كلا الوعائين تسمى بالسباتى المشترك وخلف السباتى جزء الاورطى الظهرى الذى يربطه مع الأقواس التالية قد يختفى فى بعض البرمائيات وغير موجود فى أغلب الرهليات ويسمى عندما يكون موجودا بالقناة السباتية .

القوس الرابعة دائما عبارة عن زوج كبير من الأوعية فى رباعيات القدم الدنيا وتسمى بالقوس الجهازية حيث انه المجرى الرئيسى لتدفق الدم من القلب الى الجسم . أما لماذا اختيرت هذه القوس كمجرى بدلا من الطريق الأقصر والمباشر أكثر وهو طريق القوس الخامسة فهذه مشكلة لم نهتد الى حل لها .

تستقبل الرئة فى رباعيات القدم دمها من شريان رئوى يأتى بالدم الى الخلف من القوس السادس . وفى اثناء الحياة اليرقية لاي حيوان برماني عندما لا تكون الرئات عاملة يتجه أغلب الدم فى هذا القوس مباشرة الى الاورطى الظهرى كجزء من التيار الرئيسى الى الجسم . وعندما يبدأ تنفس الهواء يتحول تيار الدم فى هذه القوس الى الرئة . ويصبح عندئذ الجزء الظهرى للقوس غير مهم فيختفى فى الضفادع وفى أغلب الرهليات ويبقى مع ذلك فى صورة التربة بين المذنبات وعديمة الأقدام وقليل من الزواحف حيث يسمى بالقناة الشريانية . وتعمل قاعدة الاورطى البطنى الى الانقسام مع الانفاس من الوعاء الرئيسى للجذع الرئوى .

والخلاصة نرى فى البرمائيات اتجاهها قويا نحو انفصال الجهاز القوسى القديم الى اجزاء ثلاث : (١) زوج سباتى يمد منطقة الرأس و (٢) زوج من الأقواس الجهازية تمد الجسم ، و (٣) زوج من الشرايين الرئوية التى تبدأ من القلب بجذع منفصل عن ذلك الجذع الذى يؤدى الى الجزئين الآخرين .

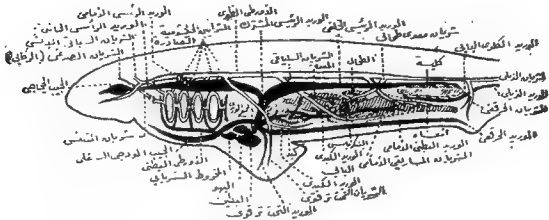
الأقواس الشريانية فى الرهليات : يختص التخصص الأكثر فى جهاز الأقواس فى الرهليات أساسا بالقوس الجهازية حيث يحل اللاتماثل بدلا من الحالة الأصلية الزوجية المتماثلة . وكما رأينا فى البرمائيات كلتا القوسين الجهازيتين ، وكذلك السباتيتين تترك القلب عن طريق جذع مشترك . ووجد فى الزواحف العائشة بدلا من ذلك جلعان (شكل ٣١١ ج ، د ، هـ) يؤدى أحدهما - وهو أصغر الاثنين - الى القوس الجهازية اليسرى فقط . أما الآخر - وهو الوعاء الأكبر - فيمد كلا من السباتين والقوس الجهازية اليمنى

التي هي أكبر من قرينها . وتقع قاعدة الفتحتين من القلب بحيث تستقبل الفتحة الكبرى دما نقيًا من الرئتين ، في حين تعيد القوس اليسرى دورة الدم الوردي مرة أخرى إلى الجسم ، ولهذا فوظيفته بسيطة (الشكل ٣٠٩ ز) بختفى الرئتين من حجم كبير جدا من الدم) . في الطيور (الشكل ٣٠٩ ز) بختفى هذا الوعاء ويخدم الرأس والجسم الأورطي واحد كبير يتبع ممر القوس الشريانية اليمنى الرابعة .

وقد اتخذ تطور الأقواس في الثدييات طريقًا مختلفًا ففي أسلاف الثدييات انخرعت الأقواس عن تلك الموجودة في الزواحف الحديثة في طور مبكر جدا . وليس هناك سبب للاعتقاد أن الانفصال بين الأوعية الذي يؤدي إلى القوسين الجهازيين قد حدث أبدا . ولكن بالرغم من هذا فإن زوجا من الأقواس غير ضروري وغير قادر . وفي مكان ما على طول الخط الذي يؤدي إلى الثدييات قد اختفت القوس اليمنى الرابعة من الصورة . والثدييات ، مثل الطيور ، قد بسطت الأمداد الدموي الجهازى . ولكن إذا كانت الطيور قد تسمكت بالقوس اليمنى فإنه في الثدييات أصبحت القوس اليمنى من هذا الزوج هي القوس الأورطية الكبيرة .

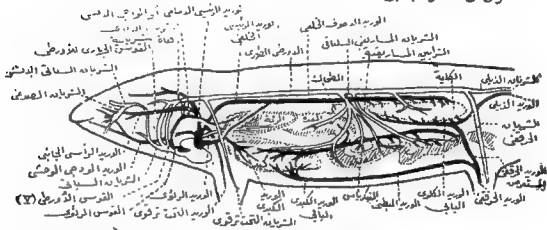
وفي الثدييات كلا السباتيين وكلا الشريانيين الداهيين إلى الأطراف الصدرية (تحت ترقوين) يمدّها الدم من نفس الجذع الكبير . ويوجد مع ذلك اختلافات كبيرة في طريقة تفرعها ومبين بشكل ٣١٢ بعضا من هذه الاختلافات .

ويعيد التكوين الجنيني للأقواس الشريانية في الثدييات - إلى درجة كبيرة - قصة تطور النوع التي وصفت قبل ذلك (شكل ٣١٣) . والطريق الأول للدم من القلب إلى الجسم هي القوس الأولى . وتتكون الجيوب الخيشومية خلف هذه القوس ، ثم تتكون الأقواس الشريانية ٢ و ٣ و ٤ بين هذه الجيوب . وتظهر القوس الخامسة كتركيب انتقالي في بعض الحالات . وأخيرا تتكون القوس السادسة . وكما تتكون الأقواس الخلفية تقل الأقواس الأمامية في الأهمية . تختفى القوسان الأولى والثانية وتصبح القوس الثالثة مميزاتا كسباتي . ويمر الدم في القوس السادسة إلى أعلى الجنين حتى الأورطي الظهري ، ويدخل قليل منه الشريان الرئوي حتى الولادة ، وعندئذ يسد الجزء العلوي من هذه القوس المعروف بالقناة الشريانية . وفي نفس الوقت ينفصل الجذع الرئوي من الأورطي ، وتختفى القوس اليمنى الرابعة وتقل القناة السباتية . ويعيد جنين الثدييات عندئذ التاريخ التطوري للأقواس الشريانية .



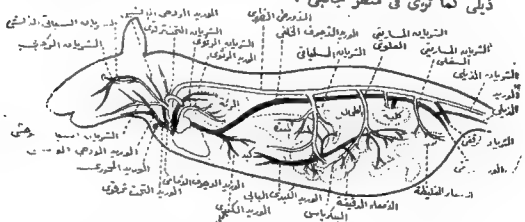
شكل ٢٠٦ - شكل توضيحي للاوعية الدموية الرئيسية للغرش كما

تري في منظر جانبي .



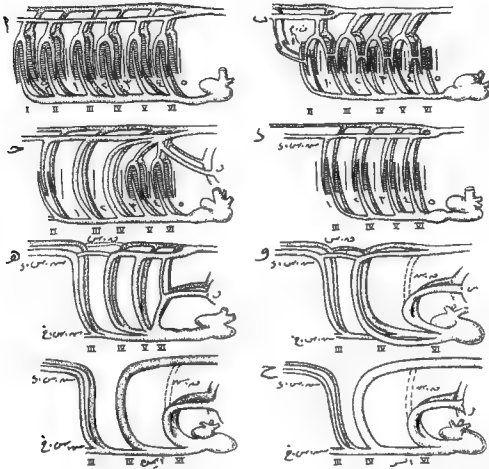
شكل ٢٠٧ - شكل توضيحي للاوعية الدموية الرئيسية في برمائي

ذيلي كما توى في منظر جانبي .

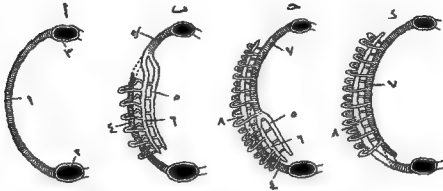


شكل ٢٠٨ - شكل توضيحي للاوعية الدموية الرئيسية لحيوان

ثديي (الفار) كما ترى في منظر جانبي .



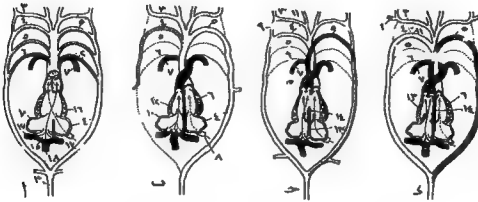
شكل ٣٠٩ - شكل توضيحي للأقواس الشريانية والأوعية التي تخرج منها في مختلف أنواع الفقاريات . ١ - سلف نظري للفقاريات ذات الفكوك له ست أقواس شريانية غير متخصصة . ب - حالة الأسماك المثالية كما نرى في القرش . ج - السمكة الرئوية بروتسترس . د - سمكة كاملة التعظم . هـ - سلامندري . و - سحلية زب طائر . ح - حيوان ثديي . الأوعية الإضافية المختلفة حذفنا . الأوعية على الجهة اليمنى مظلة انمقت في الحيوانات البرية رسم مكان الأوعية (لسهولة التوضيح) ليشب إلى حد ما مكان الأقواس التي منها تفرعت . الأقواس الشريانية مبينة بالأرقام الرومانية . ف . م - فتحة التنفس يليها القنات الخيشومية مبينة بالأرقام العربية . ق . س - قناة سباتية . ف . ش - القناة الشريانية الجينية . ش . س . خ - الشريان السباتي الخارجي . ش . ش . د - الشريان السباتي الداخلي . و - الرئوية . القناة السباتية المبينة في السباتية في السحلية لا توجد في الزواحف الأخرى . في الترسمة بنشأ السباتين من القلب مباشرة بجذع منفصل . في ح - القناة الشريانية الجينية التي تمر بحانب الرئتين مبينة بخطوط منقطه .



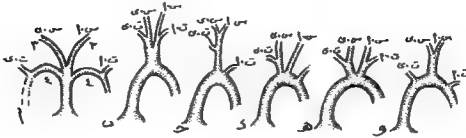
٣١. شكل توضيحي لمرئى الدم فى خيشوم السمكة. الجانب الأيسر من الخلف . ١ - الحالة الجنينية - القوس الشريانى (١) مستمر من الأورطى البطنى إلى الأورطى الظهرى (٣) ب - حالة القرش . الزعاء الخيشومى الوارد (٤) يتكون من القوس الشريانى . أزواج الأوعية الصادرة (٥) و (٦) هى تكوينات جديدة . ج - حالة انتقالية إلى د - كما ترى فى استرجون . د - حالة الأسماك الكاملة التعميم . القوس الجنينى يعطى الزعاء الصادر (٧) والوعاء الوارد (٨) تكوين جديد .
(عن سيورتزوف وجود ريش)

الإمداد الدموى إلى الرأس : (شكل ٣١٤) تمت منطقة الجمجمة فى الأسماك بدم شريانى من زوج من الأوعية التى تكون الطرف الأمامى للشريان الظهرى ، والتى تمتد إلى الأمام على كلا من جانبي الرأس كما رأينا ، ويصبح هذا فى فقاريات البر الشريان السباتى الداخلى . ويمتد الجذع الرئيسى من هذا الشريان إلى أعلى داخل محفظة المخ أمام الغدة النخامية . وقبل أن يفعل هذا يعطى فرعا كبيرا هو الشريان الحجاجى ليمد أغلب منطقة الوجه والفك . وينطبق هذا الوضع على أغلب فقاريات البر بما فى ذلك بعض الثدييات حيث يوجد شبه الشريان الحجاجى ، وهو الشريان الركابى ، ويسمى هكذا لأنه غالبا ما يمر من خلال فتحة فى هذه العظيمة الأذنية .

وقد أوضحنا مع ذلك أنه فى أغلب فقاريات البر المبكرة كان يوجد شريان لسانى يمد منطقة اللسان بالدم . ويصبح هذا فى الثدييات أكبر وأطول كشریان سباتى خارجى يختص بإمداد الفك الأسفل ، وكثيرا ما يمد الفك الأعلى . وفى كثير من الأحوال (كما فى الإنسان) يمد حتى الوجه بالدم ، حتى أن الشريان الركابى يصبح مفقودا . والعملية تشبه إلى حد كبير عملية قرصنة حيث يستنزف جهاز نهر ما منابع النهر الآخر .

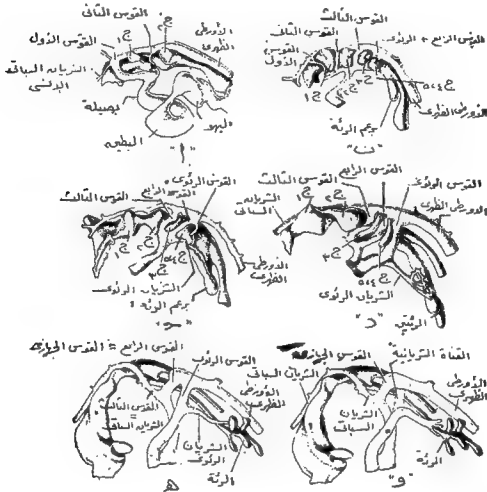


- شكل ٢١١ - شكل توضيحي للقلب والاقواس الشريانية في رباعية القدم
- ١ - البرمائيات . ب - لذيبيات . ج - زواحف مثالية حديثة .
 - د - التماسيح مناظر بطنية . القلب (مشرح) ومبين كأنما الفرف مرتبة بنفس الترتيب . النهايات الظهرية للاقواس موضوعة على كلا الجانبين .
 - الاسهم الكاملة تمثل تيار الدم الوريدي الرئيسي . الاسهم بخطوط متقطعة تمثل الدم الذي يأتي من الرئة . الاوعية التي بها دم تبقى غير مظلمة وتلك التي تترك القلب بدم وريدي مخططة . الوعاءان في قمة كل شكل هما السباتيان الداخليتان (على الجانبين) والسباتيان الخارجيتان (في الوسط) . في البرمائيات من غير الفاصل البطني يختلط تيارا الدم الى درجة ما . وانقسام المخروط الشرياني يميل الى تكوين انقسام جزئي . ولكن بعضا من الدم الوريدي يعود الى الاورطى الظهرى في الثدييات انفصال البطن كامل . وينقسم المخروط الشرياني الى وعائين وتختصر الاقواس الى الجهازين الايسر والرئوي . ويظهر أن حالة الثدييات قد نشأت مباشرة من الحالة البدائية المحتفظ بها في البرمائيات ، لانه في الزواحف الحديثة المخروط الشرياني يبين الانقسام الى ثلاثة اوعية لائنين ويعود احدهما بالدم الوريدي الى الجسم ويؤدي فقط الى القوس الايسر الرابع . في التماسيح الفاصل البطني تام تقريبا وحذف القوس الايسر الرابع تؤدي الى حالة الطيور . ١ - تحت ترقوى الامامي ٢ - قناة بوتاللي ٣ - الاورطى الظهرى ٤ - الاذين الايسر .
 - ٥ - القوس الجهازي الايسر . ٦ - البطن الايسر . ٧ - الشريان الرئوي
 - ٨ - الوريد الرئوي . ٩ - جزء من الاورطى الجانبى يبقى مفتوحا في بعض الزواحف . ١٠ - الاذين الايمن ١١ - القوس الجهازي الايمن
 - ١٢ - البطن الايمن ١٣ - الفاصل بينناذيني . ١٤ - الفاصل بينبطيني
 - ١٥ - الجيب الوريدي . ١٦ - البطن . ١٧ - الوريد الاجوف الامامي
 - ١٨ - الوريد الاجوف الخلفى . (عن جودريش) .

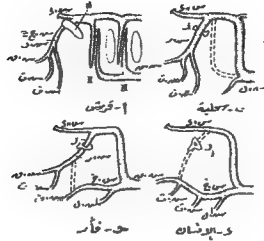


شكل ٣١٢ - أشكال توضيحية . مناظر بطنية تبين الاختلافات في تفرع الأوعية الدموية الرئيسية من القوس الشرياني في الثدييات .
 ١ - الحالة الجنينية مع الجذع البطنى للأورطى وزوج الأقواس الثالث (السباتى) والرابع والتي يختفى منها بعد ذلك القوس الايمن الرابع خلف نقطة تفرع تحت ترقوى . وباستمرار نمو الأوعية التفاوتى تظهر الترتيبات المختلفة في ب الى و (د طراز الانسان) .
 س . ١ - سباتى ايسر . ت . ١ - تحت ترقوى ايسر . س . ٢ - سباتى ايمن . ت . ٢ - ترقوى ايمن (جزئيا عن هافرل) .

الامداد الدموى للجسم والأطراف (اشكال ٣٠٦ - ٣٠٨ ، ٣١٥)
 في كل حيوان تقسرى يقوم الأورطى الظهرى بالجزء الأكبر من الامداد الدموى للجذع والذيل والأطراف . ولو ان الأورطى الظهرى زوجى في الامام الا أنه فرع واحد وسطى في الجذع ، ويقع تحت العمود الفقارى وفوق جذر المساريقا . ويتكون نوعان من الأفرع ، أفرع وسطية بطنية تنحرف تجاه المساريقا الى المعى ومشتقاته و (الكبدوالبنكرياس) ، وأزواج من الأفرع الجانبية تمر اساسا الى العضلات والجلد والانسجة الأخرى في جذر الجسم . الأوعية البطنية الحشوية عديدة في الجنين ولكنها تتركز في الحيوان اليافع عادة في جلدوع اساسية قليلة تضم الشريان البطنى الى المعدة والكبد ، وواحد او أكثر من الشرايين المساريقية الى الأمعاء . كما توجد أفرع جانبية قصيرة من الأورطى الى الكليتين والمناسل . وكذلك أفرع أطول الى الانبوية الخارجية من الجسم التي كانت معلقة في البداية ، وتبقى كذلك في كثير من الفقاريات الدنيا . وفي المجموعات الأكثر تقدما مع ذلك نجد أن قنوات موصلة طويلة تكون تفرعات في نقاط عديدة ظهرية وبطنية وكنتيجة لهذا يوجد ميل لاختصار عدد من الشرايين الآتية من الأورطى تاركة قلة نسبية من الشرايين الكبيرة قد يخدم كل منها منطقة كبيرة من الظهر والجانب .

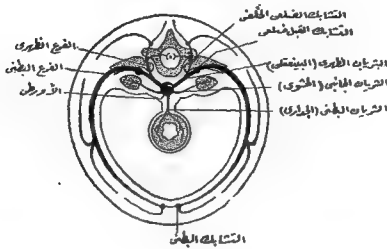


شكل ٣١٣ - تكوين الأقواس الشريانية في الثدييات (الإنسان) .
 حدود تجويف الأمعاء والجيب الخيشومية وبراعم الرئات مبنية بالإضافة
 إلى الأوعية الدموية . في أ - التجاويف داخل القلب مبنية . القوس الأول
 متكون . بقوس الأول ضامر والقوسان الثاني II والثالث III متكونين
 ج - القوس III ضامر والقوس IV (الجهازي) متكون . القوس VI
 (الرئوي) والشريان الرئوي يتكونان . (القوس V لا يتكون في الإنسان) .
 د . القوس الرئوي تام التكوين . هـ - القوس السبائي III منفصل ظهرياً
 من الأورطي ، القوس الرئوي يصبح مميزاً عند الجذر من الأورطي البطني .
 و - شكل توضيحي يبين عند الولادة ضمور النهاية العليا للقوس VI (القناة
 الشريانية) . ج أ إلى ج هـ الجيوب الخيشومية . (عن سترتر) .



شكل ٣١٤ - شكل توضيحي للجانب الأيسر من الرأس بين تطور الجهاز السباتي . في اطوار سمكة بدائية نصيبا (ا) الامتداد المباشر الأمامي للأورطي هو الشريان السباتي الداخلي الذي يدخل حافظة المنج بجانب القدة النظامية . ويعطى هذا فرعا كبيرا ، الشريان الحجاجي ، الذي يمر ملاصقا للامفكي ويمد اغلب الأجزاء السطحية في الجمجمة والفكين . (قد حده من هذا الشكل الامداد الدموي الإضافي من التنفس إلى الرأس) . في كثير من الأربع قديميات يبقى شكل مماثل . الشريان الحجاجي يسمى عادة بالركابي حيث انه يمر ملاصقا أو في خلال الركاب (= اللامفكي) . ومع ذلك يمتد إلى الامام فرع صغير موجود بجانب جذر السباتي . كما يأخذ السباتي الخارجي في الثدييات جزءا في (ج) أو كل وظائف الركابي في (د) . س . خ - سباتي خارجي . ل - لامفكي . س . د - سباتي داخلي . ش . ت - شريان تحت حجاجي . ش . ل - شريان لساني . ش . ف - شريان فكي ش . ح - شريان حجاجي . ش . ق - شريان فوق حجاجي . ر - ركاب . شر . ر - شريان ركابي . II.II. القوسان الثاني والثالث . ب إلى د - جذر شرياني متحور = سباتي مشترك .

تعد شبكة من الشرايين الصغيرة زوجا من الزعانف أو الأرجل في التكوين الجنيني (شكل ٣٢٩) وفي أثناء التطور الفردي يعميل واحد من هذه الشرايين ليصبح هذا الفرع السائد الذي يكون قناة رئيسية من الأورطي إلى الطرف . ويطلق على الجذع الرئيسي عادة في الأطراف



شكل ٣١٥ - شكل توضيحي لقطاع في الجسم في الفقرات العليا يبين أنواع التفرعات المختلفة التي قد يعطيها الأورطي ، والأفرع الأكثر وضوحاً هي تلك الأفرع البطنية الوسطية التي تتحد في المسار بقا إلى المعى وهكذا وزوج الشرايين البينغقدية والفرع الرئيسي البطنى الذى منه تتحد الأفرع بين القطع العضلية أو بالقرب من الفلوع المتتالية ، تشابك طولى قد يوجد بين العقد المتتالية في مناطق مختلفة . (من أرى) .

الصدرية اسمه الشدي الشريان تحت ترقوى ؛ لانه يدخل الى
الطرف . وقد يسمى نفس هذا الوعاء باسماء عديدة اخرى (مثل الذراعى
(أو المحورى) عندما يمتد بعيدا . الجذع البدائى فى الأطراف الحوضية هو
الشريان الوركى الذى يظهر خلف الحزام الحوضى . والفرع الرئيسى فى
الشديات مع ذلك هو الشريان الفخذى الذى يمتد الى الطرف الخلفى امام
الحرقفة (ويسمى السابضى والجزء البعيد منه يسمى بالسظضى) .

الجهاز الوريدي

الأوردة - أوعية تأتي بالدم من الجهاز الشعري إلى القلب - ولها نظام معقد ومختلف. ومع ذلك إذا درسنا تاريخها الجنيني يظهر أنه من الممكن تصنيفها إلى عدد من الأجهزة. ومن هذه الوجهة يمكننا أن نميز:

(شكل ٣١٦):

(١) جهاز تحت معوي يمر تحت الأمعاء في الجنين هي الحيوان اليافع ينقسم الى جهاز كبدي بابي يمر الى الكبد ، ومن الكبد تخرج أوردة كبدية الى القلب .

(٢) أوعية تقع في الجهة الظهرية للسيلوم أو الأمعاء وتحمل الدم الى القلب من الجزء الظهرى للجسم والرأس (وغالبا الأطراف الزوجية أيضا) ، وتشتمل على الأوعية الرئيسية والأوردة الجوفاء التي تحمل محلها ومحل أفرعها .

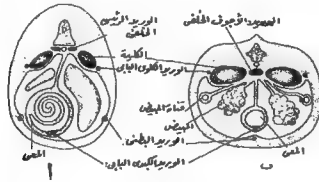
(٣) مجموعة صغيرة نسبيا ، الوريد أو الأوردة البطنية التي تأتي بالدم من جذر الجزء البطنى للجسم في معظم الطوائف .

(٤) الأوردة الرئوية التي تحمل الدم من الرئة الى القلب في الحيوانات ذات الرئتين . وتقوم الأوردة في القسمين الأول والرابع من هذه المجموعات الأربع بعملية التصريف من أنبوية الأمعاء وما ينمو منها ، وهى لهذا تمثل أساسا جهازا وريديا حشويا . أما القسمان الثانى والثالث فهما على العكس من ذلك عناصر أساسية لجهاز وريدى يقوم بالتصريف من الجدار الخارجى للجسم .

الجهاز الكبدي البابى والأوردة الكبديّة : (شكل ٢٠٦) الجهاز الكبدي البابى عام في كل الفقاريات ، ويتكون من أوردة تجمع الدم من الأمعاء وتحمله الى جيوب الكبد . وهذا الجهاز أهم من الناحية الوظيفية ، حيث ان وجوده يضمن للكبد الفرصة الأولى في اختزان أو تحويل المواد الغذائية التي تمتصها شعيرات الأمعاء .

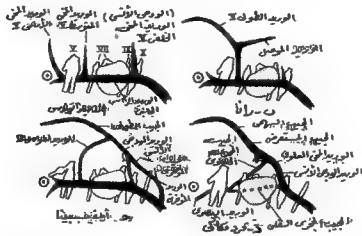
ويجمع الدم من الأمعاء بعد جيوب الكبد ثانياً بواسطة الأوردة أو الوريد الكبدي . والوريد الكبدي في أغلب الأسماك وعاء كبير يصب مباشرة في القلب . في الأسماك لحمية الزعانف وفي رباعيات القدم نجد كما نلاحظ فيما بعد (ص ٣٣٠) ان جزءا من الجهاز الوريدي الكبدي ينضم الى الوريد الأجوف السفلى . ونتيجة لهذا يطلق اسم الوريد الكبدي في هذه الأنواع على الوعاء أو تفرعاته التي تصب من الكبد الى الجزء النهائي من الوريد الأجوف .

الأوعية الدموية الأولى التي تظهر في الجنين في الأنواع ذات البيسه المتوسطة الملح عادة هي زوج من الأوردة التي تتكون في قاع الأمعاء وتتحد مكونة قناة واحدة تمر إلى الأمام في الجهة البطنية كوريد تحت معوى (شكل ٢٣٠) . ومن أقصى الطرف الأمامي لهذا الجذع يتكون القلب والأورطى البطنى - وهى تراكيب لا تمنينا في هذا المجال . أما باقى هذا الوعاء فيغطى الأوردة الكبدية والكبدية البابية . ويجرى هذا الوعاء الى وقت ما من غير اعتراضات من الأمعاء الى القلب . وينمو الكبد في نفس الوقت من الجهة البطنية للأمعاء . ومع نمو الكبد تختلط مواد هيموإدالوريد

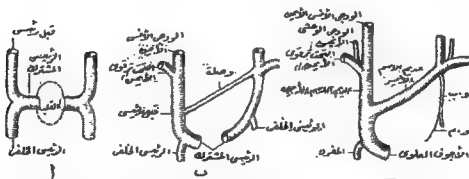


شكل ٢١٦ - أ - قطاع عرضى في المنطقة البطنية للقرش بين مكان الأوردة الرئيسية . ب - نفس القطاع في حيوان برماني ذبلى .

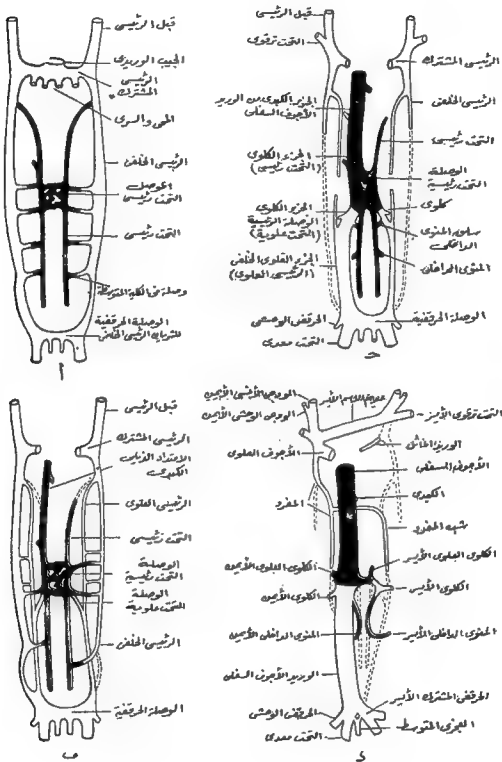
الذى يتفرع الى اوعية صغيرة ، وفي النهاية الى الجهاز الالجيسى الكبدى . ويتكون نتيجة لهذا جلدع بابى منفصل في الخلف ووريد كبدى في الأمام (شكل ٢٣٢) . في الأنواع ذات الملح الكثير تحدث عملية مشابهة في أساسها في تكوين الأوردة ، الا انه - كما سنصف فيما بعد - تحول الأوردة المحيطة محل الوعاء تحت المعوى في تجمع المواد الغذائية من كيس الملح . ولا يحدث في الأسماك المثالية تكوين أكثر من هذا . في جنين الأسماك إلرونوية وفي الفقاريات العليا يصل فرع من الوريد الكبدى الى الجهة الظهرية على طول المساريتا ليفتح في الجهاز الرئيسى الخلفى مكونا الجزء الأمامى من الوريد الأجوف الخلفى ويبقى الوريد الكبدى البابى وعاء كبدا وهاما في تجمع الدم ليس فقط من الأمعاء ولكن من المعدة والبنكرياس والطحال كذلك ، وليحمله أمانا الى الكبد .



شكل ٣١٧ - أشكال توضيحية للجانب الأيسر لمنطقة الراس تبين أطوار تطور التصريف الوريدي . جذور بعض الأعصاب المخية مبينة وكذلك مكان العين موضع والحافطة السمية منقطة . في الفقرات الدنيا يتم التصريف الأساسي عن طريق وريد راسي جانبي يتكون في المنطقة الحجاجية ويمتد الى الخلف ليصبح الوريد الرئيسي الأمامي . ويستقبل هذا أولا عددا من الأوردة المتتالية من داخل الجمجمة . تتكون مجموعة من الجيوب داخل حافظة المخ . وريد الراس الجانبي غير موجود في الثدييات . والدم من المنطقة الحجاجية يدخل الجهاز الجيبى والكل يصرف من الجمجمة كوريد ودجى داخلى .
 ١ - سمكة رئوية . ب - ضفدعة . ج - سحلية . د - سئديى (قرود
 مكاكى) (عن فان جيلدون) .



شكل ٣١٨ - مناطق بطنية للأوردة أمام منطقة القلب في أطوار تكوينية متتابعة تبين التكوين في الانسان وفي بعض الثدييات الأخرى . وريد أجوف أمامى او علوى من الرئيسيين الأماميين (القبل رئيسيين) . وريد بين ضلعى (و . ب) وريد صغير من جانط البهو الأيسر (و . م . وريد منحرف) هما آثار باقية للرئيسى الأمامى الأيسر الأصلى (عن آرى) .



شكل ٣١٩ - تكوين الوريد الاجوف الخلقي في الانسان مبينا العمليات الجنينية التي تماثل بطريقة تقريبية التاريخ التطوري . الجهاز الرئيسي

الأوردة الظهرية - الرئيسية والأوردة الجوفاء : يتم التصريف الأساسى للدم من الأنبوبة الخارجية للجسم بأوعية هامة طويلة تقع فى الجهة الظهرية فوق الأمعاء والمساريقا . وهذه الأوردة فى الفقاريات الدنيا هى الأوردة الرئيسية ، وأما فى الأنواع الأرقى فتؤدى تحورات كبيرة فى هذه الأوردة الى تكوين الأوردة الجوفاء .

فى جنين كل حيوان فقارى (وفى السهم كذلك) تظهر أوردة زوجية فى طور مبكر فى الأنسجة فوق تجويف السيلوم واحد على كل من جانبي الخط الوسطى (شكل ٣٣١) ، وهذه هى الأوردة الرئيسية البدائية . وتمتد الأوردة الرئيسية الخلفية الى الامام بطول الجلد على كل من جانبي الأورطى الظهرى الى القلب . ويبدأ زوج من الأوردة الرئيسية الامامية كأوردة راسية على كل من جانبي حافظة المخ المتكونة ويمران الى الخلف فى الجهة الظهرية وعلى كل من جانبي منطقة الرقبة ليقابلا مثيليهما الخلفيتين . ويتكون من نقطة اتصالهما على كل جانب وعاء كبير ينحدر ليدخل الجيب الوريدي للقلب ، وهذا هو الرئيسى المشترك (أو قناة كيوفية) . ويبقى هذا الجهاز الرئيسى المميز فى أغلب الأسماك الباقمة (شكل ٣٠٦) ، وقد تستطيع أن تناقش تاريخ كل من اجزائه الامامية والخلفية منفصلين .

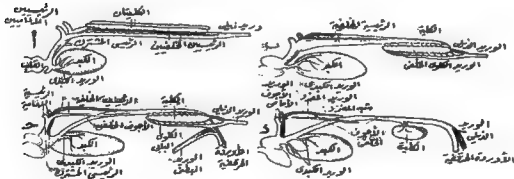
فى كل الفقاريات - ما عدا الثدييات - يبدأ الفرع الرئيسى لكل وريد رئيسى امامى كوريد رأسى جانبي (شكل ٣٠٧ أ - ج) ينشا خلف الحجاب ويستقبل افرعا من الوجه والمخ ثم يمر الى الخلف مارا بمنطقة الأذن فى مستوى المنطقة القفوية وتسمى عندئذ بالأوردة الرئيسية الامامية التى تستقبل فى طريقها أوردة من الأطراف الصدرية . وتستمر الأوردة الرئيسية الى الخلف فى الأسماك المغالية حتى الأوردة الرئيسية المشتركة .

تابع شكل ٣١٩ - الخلفى مبين بالشرط . وتتكون هنا أوعية تحت رئيسية تماثل الأوردة التى تصفى الكلية عنلما يتكون جهاز باي فى القروش . فى بـ هذا الجهاز الوريدي يصرف (كما فى الأسماك الرئوية) بفرع من الأوردة الكبدية (النقط) ويوجد جهاز ثالث من الأوردة الجنينية وهى الأوردة الفوق رئيسية (الخطوط العرضية) ولا يوازيها تماما شئ فى التطور . ويبين اللون الأوعية التى تتكون فى الرهليات لتمر بالكلية وتحل محل الجهاز الكلوى الباي . وكما يرى فى د - يشتمل الوريد الأجوف الخلفى على أجزاء من كل هذه التراكيب (عن آرى) .

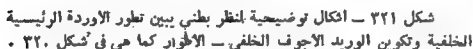
في الأسماك الرئوية ورباعيات القدم الأوردة الرئيسية الخلفية (كما سنرى) متحورة ومختصرة للدرجة أن الأوردة الرئيسية المشتركة هي عبارة عن استمرار للجلود الأمامية . ومع هذا التحور تشبه الرئيسية الأمامية الأوعية المسماة بالأوردة الجوفاء الأمامية في الثدييات وتسمى غالبا بهذا الاسم .

يوجد في الثدييات تغيير هام في الدورة الوريدية في الرأس (شكل ٣١٧ د) ويتكون جهاز جيبى داخل تجويف المنح المتسع . والدم من معظم الجزء الأمامى للرأس يدخل حافظة المنح ليخرج إلى الخلف كوريد ودجى

سفلى ، ثم يتصل مع الأوعية الأكثر سطحية - الأودجة العلوية - لتكون الأودجة المشتركة . أما الوريد الراعى الجانبى القديم فيفقد . وبعد اتصاله مع الوريد من الطرف الأمامى يسمى هذا الوعاء في الثدييات بالوريد الأجوف الأمامى . وبالرغم من التغيير في الاسم فمن السهل تمييز أن الودجى المشترك والوريد الأجوف الأمامى هما الرئيسيان الأماميان في الفقاريات الدنيا . ويوجد في الثدييات (بما في ذلك الإنسان) تغيير أكثر (شكل ٣١٨) يتحول به الدم من الودجى الأيسر (أو الأجوف) إلى الجانب الأيمن ، حتى أن وعاء واحدا فقط يدخل القلب . وفي الطيور تكوين مشابه .



شكل ٣٢٠ - أشكال توضيحية لمنظر جانبي يبين تطور الأوردة الرئيسية الخلفية وتكوين الوريد الأجوف الخلفى . أ - الجلكى (يرقة) . ب - سمكة مثالية وقد حشر الجهاز الكلى البابى . ج - سمكة رئوية أو أحد رباعيات القدم البدائية - تكون طريق مختصر للقلب باستعمال جزء من جهاز الوريد الكبدى في تكوين الأجوف الخلفى . د - الثدييات . وقد حذف الجهاز الكلى البابى (الأوعية على الجانب الأيمن مظللة غمق) .



في دائريات الفم ، الرئيسيان الخلفيان عبارة عن زوج من الاوعية البسيطة تستقبل الدم من اللسان والكليتين والمناسل ومن الاجزاء الظاهرية لعضلات الجسم . ويستمر في الامام دون اعتراضات حتى منطقة الرئيسى المشترك . في الاسماء الشبيهة بالقروش يتكون مع ذلك جهاز كلوى باهى يتعين عليه ان يبقى حتى مرحلة الزواج . ولا يذهب الدم الان من الجزء الخلفى للجذع والذيل مباشرة الى الامام عن طريق القنوات الرئيسة الاصلية ، ولكنه يتحول بدلا من ذلك عن طريق شبكة من الشعيرات حول انبويات الكليتين حيث يستعيد سريره الى الامام عن طريق الاوردة الرئيسة .

في الأسماك لحمية الزعانف ، كما يمثل بالأسماك الرئوية ، يحدث تغير ثان يؤدي الى تكوين الوريد الأجوف الخلفي . فرع من الأوردة الكبدية من الكبد يمتد هنا الى أعلى ، تاركا ذلك العضو في ثنية المساريقا ، الى الخائط الظهرى لتجويف الجسم ، ويتصل بالوريد الرئيسى الخلفى الأيمن . وعندما يتم هذا الاتصال يمر الدم من هذا الوريد الرئيسى في هذه الدائرة الجديدة الموصلة الى القلب . بما أنه بعد ذلك توجد اتصالات عرضية بين هذين

الوريدين الرئيسيين فان الدم الذي يتجه الى الامام في الرئيسى الاسير ياخذ كذلك هذا الطريق . وتبقى القنوات القديمة في الاسماك الرئوية والبرمائيات الذيلية ، ولكن في الضفادع وكل الأنواع الأعلى تتلاشى هذه القنوات (تاركة فقط قطعا مختلفة تسمى بالأوردة الفردية . والجذع الكبير الجديد من منطقة الكلية الى القلب يمكن ان يسمى حقيقة بالوريد الأجوف الخلفى .

وبين الجهاز الكلى البابى في الفقاريات الأرضية بمض مظاهر الانحلال في البرمائيات ، وتكون أكثر في الزواحف ، ومتروكا الى درجة كبيرة في الطيور، ومتروكا تماما في الثدييات . ومع هذا الترك تحدث حالة كبيرة ثالثة في تكوين الوريد الأجوف . يمر الدم الآن مباشرة الى الامام من ظهر الجسم تاركا الكيتين وتصبح كل القناة على طول الجذع الى القلب هي وريد أجوف خلفى محدد . وهذا الوريد الوحيد الكبير في الثدييات البالغة والطيور له تركيب بسيط مشابه . وهذا مع ذلك خداع . وتبين حكاية التطور - كما رأينا - انه ترتيب مركب من الأوردة الرئيسية الخلفية القديمة والأوعية التي تحل محلها ، وفي الامام من جزء كبير من الوريد الكبدى . وبمعد التكوين الجنينى للأوردة في الثدييات التاريخ التطورى بطريقة (ولو انها تختلف نوعا) متقنة كما يرى في شكل ٣١٩ .

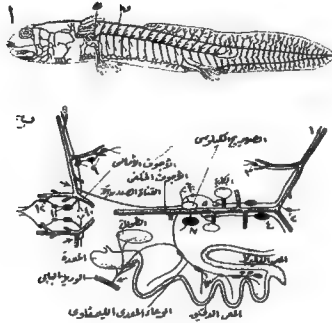
الأوردة البطنية : في الاسماك الشبيهة بالقرش يوجد زوج من الأوردة البطنية تجرى الى الامام على طول البطن وعلى كل جانب آخذة الدم من عضلات الجنب (شكل ٣٠٦ ، ٣١٦ ، ٣٢٦) . ولا يوجد ههنا في الاسماك الرئوية فتجد بدلا من هذا الزوج من الأوعية وهاء بطنى وسطى واحد . ويبقى هذا في البرمائيات والزواحف ، ولكن بدلا من ان يدخل القلب مباشرة يتصل مع الدم الكبدى البابى في جيوب الكبد (شكل ٣٠٧ ، ٣١٦ ب) . والمنطقة التي تأخذ منها الأوردة البطنية الدم تمتد أحيانا لتشمل الأطراف الحوضية والذيل . ولا يوجد هذا الوريد في الطيور البالغة والثدييات ، ولكن كما سنبين فيما بعد له أهمية في الجنين حيث يمثل بالوريد السرى الهام .

أوردة الأطراف : في رباعيات القدم الأطراف الصدرية والحوضية تصرف دهما بواسطة أوعية كبيرة تسمى بالأوردة الترقوية والحرقفية . ويدخل الأول الأوردة الرئيسية الأمامية او ما يحل محلها . وهى الأوردة

الودجية أو الوريد الأجوف الأمامي ، أما الآخر فيختلف اتصاله في رباعيات القدم الدنيا أما مع الوريد البطنى ، وأما مع الجهاز الكلى الباطنى ، أو مع كليهما . وفي الثدييات يكون الوريدان الحرقفيان هما الضففرين الأسامين اللذين يتصلان ليكونا الوريد الأجوف السفلى . وتوجد فى الأسماك أوردة أصفر تختلف فى اتصالها تصرف الدم من الزعانف .

الأوعية الليمفاوية

توجد فى كل الفقاريات - ماعدا مجموعة الفقاريات الدنيا - مجموعة ثابته من الأوعية تساعد الجهاز الوريدي بأن تأتى بالسوائل من الأنسجة إلى القلب وهى الجهاز الليمفاوى . ولو أن هذا الجهاز يوازى الأوردة فى كثير من الوظائف (وغالبا ما يوازىها طبوغرافيا) إلا أن الأوعية الليمفاوية تختلف عن الأوردة فى مسائل أعظم . والخلاف الأساسى هو أن الأوعية الليمفية لا تتصل بأى حال مع الشرايين وهى تنشأ من شعيرات ، ولكن هذه أمورية عند نهايتها . ولهذا لا يوجد ضغط شريانى خلف السائل فى الأوعية الليمفية ، ولهذا كان سريان هذا السائل داخل الأوعية بصفة عامة بطيئا . وينتشر هذا المحتوى السائل - اللعف - داخل الأوعية الليمفية من عصارة الأنسجة العامة ومن ثم فتركيبه يشبه بوجه عام هذا السائل كما أنه يشبه بلازما الدم (غير أن بروتين الدم غير موجود) . وباستثناء الكريات البيضاء التى قد تدخل بحركة أميبية لا يوجد سيلان داخلى لكريات الدم . وتوجد خلايا ليمفية كثيرة فى العقد الليمفية فى الثدييات ، ولكن هذه العقد كما أوضحنا تنفب غالبا فى مجموعات الفقاريات الأخرى . ونتيجة للضغط المنخفض الذى تحت تأثيره يسير الليمف فإن جدر الأوعية حتى أكبرها رقيقة جدا (شكل ٣٩٢) . ومن الصعوبة أن نجدها أو نشرحها إلا إذا حقنت بطريقة خاصة . ولا توجد الأوعية الليمفية فى دائريات الفم والأسماك الشبيهة بالقروش ولكنها توجد فى الأسماك العظمية كما أنها أرقى نموًا فى رباعيات القدم - أكثر ما تكون وضوحا فى البرمائيات . وفى هذه الطائفة يساعد فى سريان الليمف تكوين قلوب لمفية صغيرة نابضة عبارة عن تراكيب من غرقتين مادة فى البنتط حيث الأوعية الليمفية بدخل الجلوع الوريدية . وأكثر تكوين الأوعية الليمفية فى رباعيات القدم قد يكون نتيجة لحقيقة أن ضغط الدم فى شعيرات الجسم أعلى مما هو فى الأسماك تعطى الأوعية الليمفية جهاز ضغط منخفض نسبيا لتصريف من الأنسجة .



شكل ٣٢٢ - منظر جانبي للسلماندر بين الأوعية الليمفية السطحية .
 الأوعية الطولية والظهرية والجانبية والبطنية موجودة . مجموعة من القلوب الليمفية (ق) موجودة على طول الوعاء الجانبي . الليف من هذا الوعاء يدخل الدورة الوريدية من خلال كيس ابلى (ك) . الليف من الوعاء البطنى يدخل من خلال كيس اربى . ب - شكل توضيحي للأوعية العميقة في الجهاز الليمفى في الفار . النهاية الامامية على اليسار . الأوعية الليمفية سوداء والأوردة المجاورة مبنية أيضا . العقد منتشرة للمناطق التى توجد بها . ١ - الركة . ٢ - الذيل . ٣ - الأربى . ٤ - القطن . ٥ - الكلية . ٦ - عقد حول الصهرج الكيلوسى . ٧ - عقدة مصوية . ٨ - الحرقى . ٩ - الأبط . ١٠ - الصدر . ١١ - الرقة . ١٢ - تحت فكية . ١٣ - عقد مساريقية - (ل) صغيرة من الأوعية الليمفية حول اللسان والشفاة . الأسهم تبين فقط دخول الليف الى الأوردة بجوار اتصال الودجى مع تحت . ترقوى الى الوريد البابى (عن هوير ، يودزىلا) .

تشتهر الأوعية الليمفية بأنها تتكون فى الأمعاء حيث تحمل (عن طريق المساريقا) كثيرا من المواد الدهنية الممتصة فى سائل لبنى هو الكيموس ، وفى البرمائيات توجد بكثرة ، وخاصة فى الأنسجة تحت الجلدية (شكل ٣٢٢) .

ولا توجد الأوعية الليمفية في الجهاز العصبى والكبد والطحال والنخاع .
ويختلف ترتيب الأوعية الليمفية الكبرى كثيرا من مجموعة الى اخرى .
وهي تنتهى غالبا عند مداخل الأوعية الرئيسية او الأوعية الجوفاء . في
رباعيات القدم الأرقى يصفى اغلب أو كل الليمف في الوريد الأجوف الأمامى
بالقرب من القلب (منطقة أدنى ضغط في الجهاز الدورى) . وتجرى الأوعية
الليمفية المعدية عادة الى أعلى الى فتات صدرية طويلة والتي تكون في البداية
فتاتان ولكنها تختصر في الثدييات الى دعاء واحد .

القلب

لابجاد دورة دموية ذات قدرة لا بد من وجود نوع ما من مضخة عضلية .
وللسهيم مجموعة كاملة من القلوب الصغيرة الدقيقة ، ولكن في الفقاريات
الحقيقية القلب تركيب واحد يقع في الأمام وفي الجهة البطنية للجذع . وهو
يمتص الدم الوريدى من الخلف ومن كل مناطق الجسم ويدفعه الى الأمام .
أما في الفقاريات العليا فإنه يدفعه الى جهاز الأقواس الشريانية والدورة
الخيشومية . ويتكون القلب أصلا من أربع غرف متتابة هي من الخلف الى
الأمام : جيب وريدى وبهو ويطين ومخروط شريانى . والفترقتان الأولى
والأخيرة يفقدان ذاتيهما في المجموعات الراقية ولكن البهو والبطين يميلان
الى الانقسام .



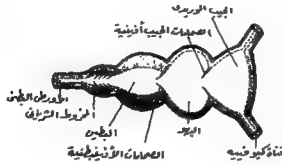
شكل ٣٢٣ - شكل توضيحي لقلب الثدييات مفتوح من السطح البطنى
ليبين جهاز التوصيل .
(عن كارلسون وجونسون) .

ويقع القلب في منطقة خاصة امامية وبطنية من السيلوم ، وهي تجويف التامور المستقل عن التراكيب المحيطة به عن نقط دخول وخروج الاوعية الدموية ، ولهذا فهو قادر على تغيير شكله اثناء حركاته الدافعة الفسدية . والقلب اساسا مجموعة من الانساعات تتكون على طول الجذع الدموى الرئيسى ، ومن ثم فهو مبطن بطلائية داخلية مستمرة مع تلك التى تبطن الاوعية الدموية ويحيط بها غضلات ونسيج ضام . وتوجد من الخارج طلائية خارجية رفيعة كما هى الحال في اى عضو آخر يقع داخل التجاويف السيلومية . والمغضلات من نوع خاص مخطط ، وهى التى اشرنا الى انها تتكون من انسجة خلاف تلك التى تكون الالياف العضلية اللساء . وهذه المغضلات سمكية جدا حول البطين (او البطينين) ورفيعة حول الجيب الوريدى وهو الغرفة الاولى من غرف القلب البدائى الاربع . وبين هذه الغرف فى نقط مداخل ومخارج الاوعية توجد صمامات القلب التى تشبه في جوهرها تلك التى توجد في الاوردة (وكذلك في الاوعية الليمفية) ولكنها اقوى وذات تركيب معقدة عادة .

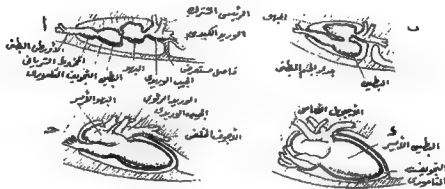
وتصل الياف من الجهاز العصبى اللدائى الى القلب (في الجيب الوريدى (او البهر) وقد تؤثر في انقباضه ، ولكن القلب مع ذلك يعمل معتمدا على نفسه ، كما يرى من ان عضلات القلب تستمر في الانقباض المنتظم حتى ولو زعمت خارج الجسم . ويحدث الانقباض المنتظم المتتابع من الخلف الى الامام خلال الغرف الاربع للقلب البدائى . اما في الانواع المتقدمة فيتم ذلك في البهر ويتبعه البطين ، وانقباض عضلات غرفة واحدة (مبتدئا بالجيب الوريدى) يؤثر بالتتابع في الالياف العضلية للغرف الباقية من القلب . وفي الرهليات - وخاصة في الطيور والثدييات - يتكون تنظيم موصل فريد وهو الجهاز الجيبى البطينى الذى يتكون من الياف عضلية خاصة تشبه جهازا عصبيا محليا (شكل ٣٢٣) . وتنبه عقده في الغرفة اليمنى من البهوين يجعلهما ينقبضان وتتاثر تبعاً لذلك عقدة ثانية هناك ، ويحمل المؤثر عن طريق حزمة من الالياف الى عضلات البطين .

القلب البدائى : قلب الاسماك المثالية انبوبة مفردة ، ويتكون من اربع غرف متتالية - ويتكون القلب في الطيور والثدييات من اربع غرف ايضا ولكن هذه الغرف لا تشبه تلك الموجودة في التغاريات البدائية لان القلب هنا عبارة عن مضخة مزدوجة بغرفتين في كل من جزئيه . والتغبير الكبير الذى حدث في تاريخ القلب هو نتيجة للتغيير من التنفس بالخياشيم الى التنفس بالرائات .

وفي قلب أكثر الفقاريات بدائية (شكل ٣٢٤ ، ٣٢٥) يوجد بالترتيب :
(١) جيب وريدى ، كيس ذو جدار رفيع يأتيه الدم من الأوردة الرئيسية ومن



شكل ٣٢٤ - منظر تخطيطي للأنف في القلب البدائي للفقاريات .
(من أبيل)



شكل ٣٢٥ - مناظر تخطيطية للجانب الأيسر من القلب في الفقاريات المختلفة تبين مكانه في تجويف التامور والتغير التطوري لغير القلب .
١ - حالة نظرية للأسلاف توجد متكررة على الإخص في الأجنة (قارن شكل ٣٢٤) . الأنف الأربعة موجودة في خط من الأمام للخلف - كما أن المساريف الظهرية ما زالت موجودة ، ب - حالة السلاخيات ، المساريف تلاشت واليهو قد دفع إلى الأمام قوى البطن ولكن الجيب الوريدي لا يزال موجودا في الخلف . ج - حالة الهرمانيات الجيب الوريدي وكذلك الأوعية الدموية المصاحبة له قد تحركت إلى الأمام . د - حالة الرهليات الجيب والخروط الشرياني فقد ذاتيهما . ويصل القلب بجدر التامور من الأمام فقط .
(من جودريش)

الوريد أو الأوردة الكبدية . (٢) يهو (أو اذين) لا يزال جداره وفيما نسبته وقابلا للتمدد أو الاتساع . (٣) البطين ذو الجدار البسميك وهو الجزء الأقوى انتقاضا . (٤) المخروط الشرياني وهو ضيق ولكنه أنبوبة غليظة تؤدي إلى الأورطي البطني ، وغالبا ما يكون مزودا بمجموعات عديدة من الصمامات . وفي الجنتين تكون هذه الغرف الأربع مرتبة أصلا في خط مستقيم من الخلف إلى الإمام . ولكن أثناء التكوين يميل الجزء الأمامي من أنبوبة القلب إلى الانثناء إلى الخلف وإلى الجهة البطنية على شكل حرف S . ولهذا يجمع القلب بين الطول والتركيب الملتصق (شكل ٣٢٥ - ١ - ٥) . وكنيجة لهذا ، تمثل الغرف الخلفية - حتى في قلب الأسماك - إلى أن تقع في الجهة الظهرية - أو على الأقل أمام الغرف الأمامية (وهذا يجعل رؤية تركيب القلب صعبا . وفي الصورة - كما في شكل ٣١١) يرسّم القلب غالبا كأنما شهد إلى ترتيبه الجنيني الطولي) .

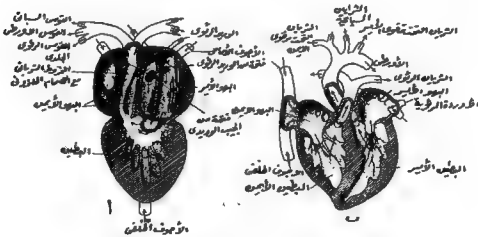
تطور الدورة المزدوجة في القلب (قارن شكل ٣١١) يوجد في أغلب الأسماك هذا النوع من القلب البدائي الذي شرح من قبل . أما في الأسماك الرئوية - وإلى درجة كبرى في البرمائيات - تنشأ الصعوبة العظمى عندما تحل الرئات محل الخياشيم كأعضاء للتنفس . يستقبل القلب الدم الآن من نوعين مختلفين : دم منهك من الجسم ودم نقي مؤكسج من الرئتين . ولا بد أن يبقى هذان النوعان من الدم منفصلين إلى أبعد ما يمكن ويرسلا إلى مكانين مختلفين - الدم الوريدي إلى الرئتين والدم المؤكسج إلى الجسم - بواسطة جدوع شريانية منفصلة . ولكن كيف نحافظ على انفصالهما في طليعة برميلية واحدة ؟

ولم يتوصل إلى الحل الصحيح لهذه الصعوبة إلا عنده الوصول إلى مرحلة الطيور والثدييات ؛ ولكن الأسماك الرئوية قد وصلت إلى بعض النجاح في اتجاه فصل تيارى الدم . وحتى في الأسماك الرئوية لا يدخل الوريد الرئوي الجيب الوريدي كما تفعل الأوعية الوريدية . وهنا في البرمائيات (شكل ١٣٢٦) ينقسم البهو إلى نصفين ويدخل الوريد الرئوي إلى النصف الأيسر . أما الدم الوريدي المنهك فيدخل النصف الأيمن من البهو . والجيب الوريدي الذي يؤدي إلى هذه الترتبة يقل في الحجم في بعض البرمائيات (اللاذبية) ويندمج مع البهو في الرهيات .

ولكن انفصال البهو يصبح عشا إذا كان تيارا الدم يتقابلان ويمتزجان في البطين . ويتركب مختلفة من التكييف في الأسماك الرئوية والبرمائيات يمنع

الاختلاط التام بين الأثنين ، ولكن كثيرا من الاختلاط يحدث مع ذلك . وفي الرهليات فقط يصبح التياران منفصلين تماما بانقسام البطين كما ينقسم البهو الى جزئين . وفي أغلب الزواحف يوجد حاجز بطيني ولكنه غير تام ، ولذلك لا يزال يحدث بعض من الاختلاط . ولو أن الفاصل البطيني تام في اللتماسيح إلا أنه لا تزال توجد فرجة في قاعدة المخروط الشرياني . ويشاهد بعض الليل الى انقسام المخروط في رباعيات القدم وحتى في الأسماك الربوية ، ويتم هذا الانقسام في الطيور والثدييات ويعمل المخروط كتركيب مستقل وفي نهاية المخلوقات المتطورة ينفصل تيارى الدم تماما (شكل ٢٢٦ ب) .

وادخال الرئة في الدورة اندموية في الأسماك المتقدمة يبعد النظام البسيط لقلب الفقاريات البدائية من الترتيب العام ويؤدي الى المشكلة التي واجهت الفقاريات المتقدمة والتي وجدها صعبة الحل . ولم تحل الأسماك الرئوية والبرمائيات والزواحف حتى يومنا هذا المشكلة تماما ، ولو أن الحل الجزئي كان كافيا لسمح لها بالبقاء حتى اليوم . أما الحل الكامل والانفصال التام في الدورتين فنجدته في الطيور والثدييات فقط . والنتيجة التي تصل اليها عجيبة في قدرتها . فالمضخة المفردة للقلب الأصلي قد أصبحت مضخة مزدوجة ويؤدي كل نصف من القلب واجبه المحدد بفترة وكفاءة .

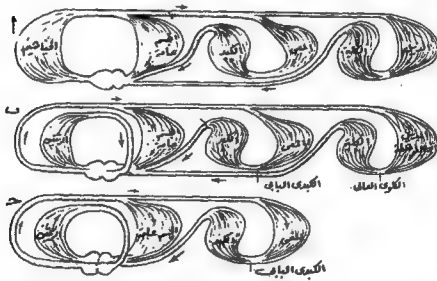


شكل ٢٢٦ - شكل توضيحي لقطع في القلب في ١ - الضفدعة ب -

(جزئيا من جيمس) .

حيوان قديم مثالي

وكما هي الحال في مرور أى سائل داخل الأنابيب يميل احتكاكه السائل مع الجدر الى تقليل الضغط الذى تعطيه « المضخة » والشعيرات بالطبع هي الاجزاء من الجهاز التى يكون هبوط الضغط فيها أعظم . وفى الأسماك عامة فان كل نقطة من الدم تترك القلب لا بد وأن تمر على الأقل من خلال جهازين من الشعيرات قبل أن تعود ثانية للقلب أولهما فى الخياشيم وثانيهما فى الأنسجة العامة للجسم . ومع ذلك فكثير من الدم لا بد أن يمر من خلال شبكة شعيرية ثالثة ، لأن الدم الذى يذهب الى الأمعاء لا بد وأن يمر من خلال الجهاز الكبدى البابى ، وذلك الذى يذهب الى الذبل لا بد عند رجوعه من المرور خلال الجهاز البابى للكلى . ومن ثم فان طبيعة الدورات الدموية فى الأسماك لا بد وأن تعمل عملا شاقا لتحتفظ على ضغط الدم . وعند دخول الدورة الرئوية والاستثناء عن شعيرات الخياشيم فى رباعيات القدم



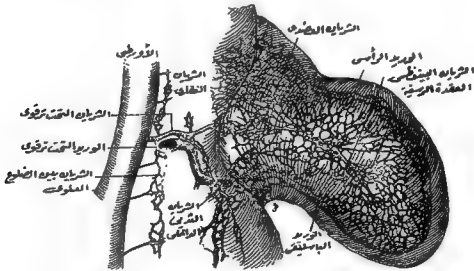
شكل ٢٢٨ - شكل توضيحي للطبيعة العامة لدورات الدم وشبكة الشعيرات التى تقابلها فى أ - سمكة مثالية . ب - برماني أرضى أو زاحف مع حدف دورة الخياشيم وادخال دورة الرئتين - ج - طائر أو حيوان ثديى مع حدف الجهاز الكلوى البابى .

اليافعة نجد أن قبرة الدورة قد تقدمت كثيرا . ويصل الدم الى كل أنسجة الجسم مباشرة مع فقد قليل من الضغط . ويقابل الدم فى رباعيات القدم الدنيا بجهازين شعيريين فقط لا ثلاثة ، وذلك عندما يعبر الجهاز الكبدى

البابى او الجهاز الكلون البابى ، اما دورة الجسم العامة فتتم بشبكة شعيرية واحدة بدلا من اثنين . واحلال الرئات مكان الخياشيم ادى على طول المدى ، لا الى تكوين قلب متقدم فقط ، ولكن ايضا الى جهاز دورى اكثر قدرة على العموم . وباختصار الجهاز الكلونى البابى فى الرهليات تزداد قدرة الجهاز الدورى . وفى الطيور والثدييات الدورة الدموية المصوبة فقط هى التى تعاني من شبكتين شعيريتين .

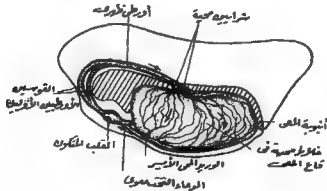
الدورة الجنينية

ذكرنا فى الاجزاء المتقدمة من هذا الفصل تكوين هذا الوعاء او ذاك فى الجنين . ولما كان بعض الاعادة ضروريا فنتحاول هنا الحصول على صورة عامة عن تكوين الجهاز الدورى مع الاهتمام ببعض الاوعية غير الموجودة فى الحيوان البالغ ولكنها ضرورية فى التراكيب الجنينية فى الانواع التى لها بيض كثير الملح . ولا بد ان تؤكد هنا ان الجهاز الدورى لا يمكن ان يتكون فى الجنين فقط ليوذى الى تكوين تركيب يافع ولكنه لا بد وان تكون له قدرة وظيفية فى كل لحظة من كل مرحلة جنينية او يرقية . وعلى العموم ايضا نلاحظ فى مناطق عديدة (كما فى الاطراف شكل ٣٢٩) تتكون الدورة اولا على صورة شبكة منتشرة تتكون منها الاوعية الكبيرة فقط فى حالة متأخرة .

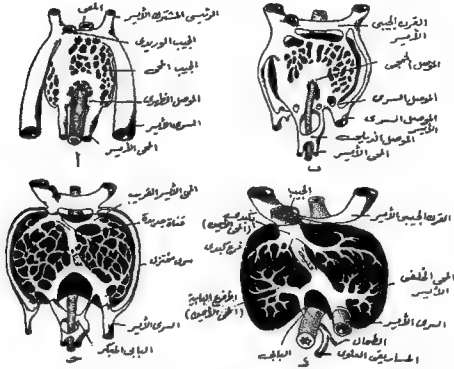


شكل ٣٢٩ - طور مبكر فى تكوين الطرف الامامى فى جنين الخنزير مبينا طريقة تكوين نظام الدورة فى الطرف . توجد شبكة من الاوعية الصغيرة المتشابهة والتى منها ستكون الاوعية الاساسية فى الحيوان البالغ . واختيار قناة ما او غيرها يسمح بحدوث شواذ مختلفة . (عن دولاورد) .

وأكثر النماذج الجنينية الشائعة هو ذلك الموجود في الأنواع مثل الأسماك الرئوية والبرمائيات (شكل ٣٣٠) الذي لا تتمتع الصورة فيه بوجود مخ زائد أو أغشية إضافية . وأغلب الغذاء الذي يجب أن يعتمد عليه الجنين قبل أن يستطيع الاعتلاء موجود في الخلايا المحيية بقاع المي ، والأوعية الأولى التي تنشأ هناك تكون زوجا من الأوردة المحيية التي تتحد في الأمام مكونة وعاء تحت معوي . وعلى طول هذا الوعاء يتكون القلب ويصبح الجزء الأمامي منه الأورطي البطنى . أما جزء الوريد تحت المعوى خلف القلب فتتفرقه بعد ذلك أنسجة الكبد ، وينقسم هذا الوعاء الى وريد أو أوردة كبدية في الأمام ، ووريد كبدى يابى في الخلف ، مع مجموعة من الجيوب الكبدية بين الاثنين . وفي النهاية الأمامية للجسم ينقسم هذا الجلع لينحنى الى أعلى على كل من جانبي السيلوم ليكون أول الأقواس الشريانية . وقد شرحنا من قبل التكوين المتتابع للأقواس الأخرى التي تتكون في الخلف يصنعه اختفاء طبيعي للأقواس التي تكونت أولا . وفي الجهة الظهرية يستمر أكثر سريان الدم في الجنين المبكر الى الخلف ليكون الأورطي الظهرى وهو زوجى في جزئه الأمامى ، ولكنه يكون فرعا واحدا وسطيا في الخلف تحت الجبل الظهرى وفوق أنبوية الأمعاء والسيلوم . ويمر كثير من دم الأورطي الى أسفل في الشرايين المحيية - وهى التي تمائل عامة الشريان للبطنى والمسايرقى في الحيوان البالغ - ليصل مرة ثانية الى قاع المي ، وليكمل الدورة البدائية .



شكل ٣٣٠ - شكل توضيحي للدورة الدموية العامة في أبى ذنبية صغير . الامداد الدموى لا يزال في خلايا المي المحملة بالبح والدورة المحيية ذات أهمية عظمى .



شكل ٣٣٢ - شكل توضيحي لمنطقة الكبد في جنين انسان في اطوار متتابعة (٤٥، ٥٦، ٥٧، ٩ سم في الطول) . كما ترى من السطح البطني تبين التفريعات التكوينية في الاوردة المحية والسرية (انبوبة الامعاء منقطة) . في ١ - الاوعية المحية من كيس المح جيدة التكوين وتفر خلال انسجة الكبد . في ب - د - يرى تحولها الى جهاز بابي . الاوردة السرية (من المشيمة) متكونة تماما في ١ ولكنها تسير مباشرة الى الجيب الودودي . في الاطوار المتأخرة يحول سريان الدم هذا الى دورة الكبد ، ويمر كثير منه من خلال هذا العضو عن طريق القناة الكبدية . الوريد السري الابهني ضامر ، ويبقى الابرير حتى الولادة عندما يصبح هذا الوعاء والقناة الكبدية ضامرين . (عن آري) .

وتسبب اضافة الالنتويس في الرهليات تعقيدا اكثر في هذه الصورة . ففي الزواحف والطيور يكون هذا الالنتويس (مع الكوربون) عضو تنفس وتكون الاوعية في ساق الالنتويس للامداد الدموي الضروري ، وهذه هي الشرايين والاوردة الالنتويسية ويطلق عليها عادة اسم الاوعية السرية في الدراسات الثديية ، حيث انها الاوعية الهامة في الجبل السري للجنين . وتحتل الشرايين الالنتويسية من خلال جدر الجسم الى الساق الالنتويسية

من النهاية الخلفية للأورطى الظهرى . والأوردة المائلة (والتي قد تندمج في أغلب طولها) لا تتصل مع ذلك بالدورة تحت المعوية كما قد ينتظر . وبدلا من ذلك فهي تسير الى الأمام في الجدار الجانبي للجسم على كل جانب ، ومن ثم فهي تشبه الأوردة البطنية للقرش . وتدخل هذه الوعاء الرئيسى المشترك أو الجيب الوريدي مباشرة في الاطوار المبكرة (شكل ٣٣٢ ا) . وتلتف أخيرا ، مع ذلك ، الى أعلى لتمر من خلال انسجة الكبد ، ويظهر أن جيوب الكبد غير قادرة على العناية بتدفق كل الدم . وكثير منه قد يمر في الجنين من خلال انسجة الكبد عن طريق قناة كبيرة (شكل ٣٣٢ ج ، د) . وفي الثدييات لا تحمل هذه الأوعية نفسها الأكسجين فقط ، ولكنها تحمل أيضا الغذاء من المشيمة ، ومن ثم كانت ذات أهمية كبرى .

وفي كل الأنواع التي لها كيس مع فان الأوعية المحية التي تاتي منها تمتص عندما تستهلك كل محتويات الكيس . وفي الثدييات المشيمية - كما اشرنا - لا يحتوى كيس المح على مع وتخفى الأوعية المحية في مرحلة مبكرة . وعند الفقس أو الولادة تختفى كذلك أيضا الأوعية الأنتوسية (أو السرية) .

وبين رباعيات القدم يوجد تفسير واضح في الدورة نتيجة لتغير مصدر الأكسجين عندما تعمل الرئتان - عند التحور أو الفقس أو الولادة . وحتى هذا الوقت يدور الدم قليلا في الأوردة أو الشرايين الرئوية . وقد أوضحنا أنه في الجانب الشرياني من الدورة يسمح بقاء القناة الشريانية للدم في القوس الرئوية بعدم المرور الى الرئة . وإذا كان البهوان في الرهليات منفصلين في الجنين (كما هي الحال في الحيوان اليافع) بحاجة ، اذا لبقى الجانب الأيسر من القلب فارغا حيث لا يدخله دم من الأوردة الرئوية . ويتربط على هذا وجود فجوات البطن(١) في قلب الجنين ، حتى في الطيور والثدييات ، وعندما تبدأ الرئتان في أداء وظيفتها يحدث انحراف في هذه المعالم بصورة سريعة وفعالة اذ تقفل القناة الشريانية ، ويمر التيار الرئوى بأكمله خلال الرئتين ثم يعود الى القلب ، وزيادة على ذلك تسد سريعا الفتحات في الحاجز الواقع بين البطينين(٢) في الطيور والثدييات .

(١) هذه الفجوات توجد في الجدار بين الأذنين لا كما ذكر المؤلف و

(المترجم)

(٢) تقفل بسرعة الفتحات الموجودة في الحاجز الأذنى لا الحاجز بين

(المترجم)

البطينى كما ذكر المؤلف .

الفصل الخامس عشر أعضاء الحسب

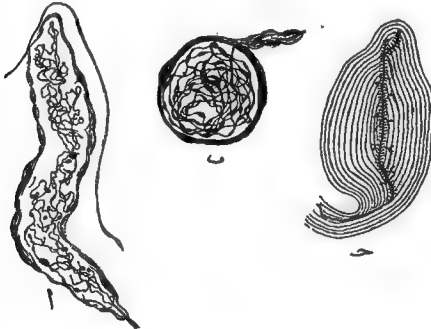
كل الخلايا – كما يعتقد أى شخص – قادرة على الاستقبال والاستجابة للمؤثرات التى تقاس بها – هكذا نقول – بعض ظروف الوسطاؤ التنفريات التى تحدث فى مثل هذه الظروف . ومع ذلك فان الاستجابة الحقيقية فى أى حيوان لآى مؤثر حسى هى تلك التى يمكن أن تؤدى بمنطقة بعيدة فى الكائن الحى ، أو بالكائن الحى كله . ويصبح استقبال هذه المؤثرات عبئا الا اذا كانت هناك ممرات توصل بين المستقبل الحسى والأعضاء – عضلات أو غدد – التى تقوم بالاستجابة المناسبة . وقد تتم هذه الاتصالات بتأثير هرمونى ، ولكن التركيب الآلى المستعمل بوجه عام يقوم به الجهاز العصبى . ولو أن أطراف الألياف العصبية نفسها قادرة على الاثارة المباشرة الا ان استقبال الاحساسات فى الفقاريات غالبا يكون هو وظيفة خلايا حسية خاصة تتجمع عامة فى أعضاء يختلف من بسيطة الى معقدة جدا فى التركيب . وهذه تمهية لاستقبال مؤثرات طبيعية أو كىماوية من أنواع خاصة ، مرتبطة بأعصاب تنقل هذه المؤثرات الى مراكز خاصة فى المخ أو فى الحبل الشوكى .

ويقسم علماء التشريح مثل هذه الأعصاب الحسية فى طبيعتها الى مجموعتين : أعصاب حسية جسيمة ، وهى التى تحمل النبضات الحسية من النوع الذى يصل فى أنفسنا الى مستوى الشعور من الانبوبة الخارجية للجسم – الجلد وأسطح الجسم والعضات، وثانيا الأعصاب الحسية الحشوية وهى التى من النادر ان تصل نبضاتها الى شعورنا وتنشأ هذه من الأحشاء . ويقسم علماء الفسيولوجيا عادة المستقبلات الحسية بطريقة تناسب النظام العصبى . فالتركيب الحسية فى الجلد والحواس الخاصة التى تستقبل الاحساسات من الوسط الخارجى تسمى المستقبلات الخارجية . أما التى تقع فى العضلات الإرادية المخططة والأوتار فهى مستقبلات الحس الخاصة . وأخيرا المستقبلات الداخلية وهى تلك التى تقع فى الأعضاء الداخلية . ويتصل الأولان من هذه الأنواع الثلاثة تماما بالجهاز الجسمى من الأعصاب الحسية ، إما الثالث فيتصل بالجهاز الحسى الحشوى كما يسميه علماء التشريح .

أعضاء الحس البسيطة

ومن كل الاحساسات احساس واحد - وهو الخاص بالآلم - يظهر انه لا يحتاج الى عضو خاص لاستقباله ، ولكنه قد ينتج من التأثير في نهايات اليااف الاعصاب الحسية . وفي الفقاريات الدنيا خاصة قد تستقبل الاحساسات البسيطة . الأخرى مباشرة وإلى درجة ما عند اثاره نهايات الاعصاب .

الكريات الحسية : في كل الفقاريات ، وأكثر وضوحا في الثدييات ، تستقبل الاحساسات المختلفة بتراكيب حسية صغيرة ميكروسكوبية الحجم عادة ، وتوجد في أى جزء من اجزاء الجسم - في الجلد والمضلات او الاحشاء - وهى نادرة في الفقاريات الدنيا ، ولكنها كثيرة في الطيور والثدييات . ويختلف تركيبها ومظهرها كثيرا (شكل ٣٣٣) . ومن الصعب طبيعيا تحديد الوظائف الخاصة بأى من هذه التراكيب ، ولكن يظهر من



شكل ٣٣٣ - بعض أنواع الأعضاء الحسية من الأنسجة الشدية .
 أ - كرية لس (كرية ميسر) من النسيج الضام للجلد . ب - البصلة النهائية لكراوس حساسة للبرد . ج - كرية باكينى التى تسجل الضغط والشد (من رانسون بعد دوجيل) .

خبرتنا انه توجد على الأقل أربعة انواع من الاحساسات البسيطة التى من الممكن أن تجلها مثل هذه الأجسام ، وهى : الدفء ، والبرودة ، واللمس ، والضغط . ومستقبلات الحس الخاصة كما يسميها علماء الفسيولوجيا تضم هذه المنافذ العضلية (شكل ٢٢٤) والمنازل الوترية وفى طوائف الفقاريات الدنيا قد تلتف نهايات الالياف العصبية حول كل ليفة عضلية او قد تنتشر بين اليفات الأوتار ، وتوجد فى الثدييات مستقبلات خاصة ، وهى المنافذ التى تكون



شكل ٢٢٤ - مفزل عضلى .

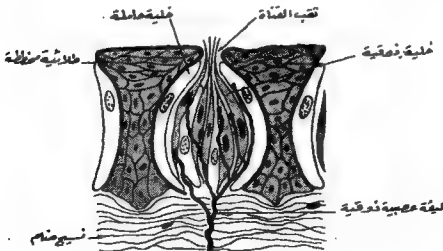
(عن وندل) .

من مجموعة من الالياف العضلية الصغيرة والمحاطة بنهايات عصبية معقدة ويضمها غلاف . وهذه المستقبلات هى مركز « الحس العضلى » . ولا تسجل فقط حالة تقلص العضلات المعينة ولكنها تغطى (بطريقة مذهلة) بيانات عن مكان الاجزاء المختلفة من الجسم فى الفراغ - وهى بيانات - كما نعلم نحن انفسنا - يمكن أن تعرف من غير مساعدة تراكيب حسية أخرى ، ولكنها محددة بدقة (فى غياب الملامسة مع الاجسام الأخرى) فى أجزاء من الجسم التى تحتوى على عضلات مخططة او أوتار .

حاسة الذوق : وبمكس الاحساسات البسيطة التى ذكرت من قبل فان حاستى الذوق والشم هما استجابتان لؤثرات كيمياوية ، ويستقبل الاحساس الأول ببراعم الذوق ، وهى مجموعات برميلية الشكل صغيرة من الخلايا الطويلة الناعمة داخل طلائية (شكل ٢٢٥) . وضلع البرميل هى الخلايا الدعامية وتوجد الخلايا الخاصة بالذوق فى الوسط ، وهى خلايا طويلة تحمل أسطحها الحرة استطالات تشبه الشعر . وبراعم الذوق فى معظم الحيوانات محصورة فى الفم ، وفى الثدييات مركزة فى اللسان ، وقد تكون أكثر اتساعا فى الانتشار ، وقد توجد فى الجلد فى الأسماك والبرمائيات .

وفي الأسماك القبطية - على بسبيل المثال - قد تنتشر على كل سطح الجسم معطية ظاهرة قد تكون نارة (أو غير سارة) من الاحساسات الدوقية . ولا بد أن نذكر أن كثيرا مما نلته عادة كاحساس ذوقى هو في الحقيقة شم لحتويات الفم (الأغذية لا مذاق كما يحدث سنسا يقبل الانف برد في الرأس) . وتشابه كل براعم الذوق في المنظر ، ولكن يظهر أن هناك أربعة أنواع من ناحية الإستقبال تعطى احساسا باللوحة والحموضة والمرارة والحلاوة .

وفي الأقسام التالية وصف للتركيب الحسية المقعدة والأكثر شهرة في الفقاريات ، وهي : الأنف ، والأذن ، وأعضاء الخط الجانبي في الأسماك . ومن المحتمل جدا مع ذلك وجود عينات من تركيب حسية أخرى وخاصة في الفقاريات الدنيا تستجيب لأنواع من مؤثرات غير شائعة بيننا ، ومن ثم يصعب علينا فهمها . واحد هذه التركيب والذي ليس لدينا تفاصيل عنه يقع في العضو الحفري يسمى بالأنف ذات الحفر ، وهو يقع بين العين والأنف وممتلئ بالانسجة وعالية ونهاسات عصبية . وهذه الحفرة ذات حساسية عالية لحركة أى جسم ساخن من أى نوع قد يمر بجانبها . وهذه الحساسية مفيدة جدا لحيوان مثل الثعبان ذو الجرس الذي يعيش على اصطيد الحيوانات القارضة ذات الدم الحار وهو غير مزود أيضا بأعضاء حسية عادية .



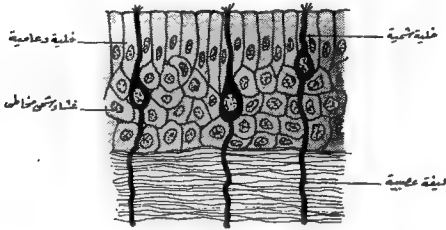
شکل ۳۳۵ - قطاع میکروسکوپی فی برعم ذوقی (من دی کوری) .

الأنف

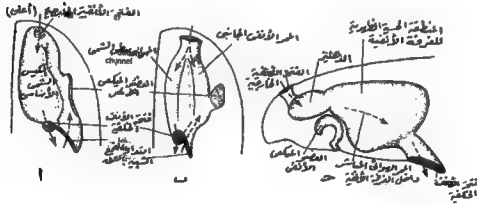
أصبح الأنف في رباعيات القدم متصلا بالتنفس ولو أن وظيفته الأولية في الشم أى تمييز الكميات الدقيقة من الحبيبات الكيوية التى تستقبل من المواد على مسافات ، ثم تصنيف هذه الاحساسات الى اصناف مختلفة، وهى لا تزال غير مفهومة جيدا . والشئ فى بعض مجموعات الفقاريات غير مهم نسبيا ، وهو على العموم ليس ذا تكوين عال فى الاسماك كاملة التعظم وضعيف فى معظم الطيور وفى الثدييات البحرية والرئيسيات العليا بما فيها الانسان . ومع ذلك ففى الفقاريات عموما يكون الشم فى كثير من الوسائل اهم الحواس كلها . وكشهادة على اهميته الحقيقية كما سنرى فيما بعد تنشأ احسن المراكز تكوينا فى المخ فى منطقة تتصل أولا بالشم .

وتتكون التراكيب الانفية فى اغلب الاسماك من زوج من الجيوب تقع فى مقدمة الرأس ، مع عدم وجود فتحة انفية داخلية تؤدي الى الفم ، ولكل جيب فتحتان مفصولتان اما جزئيا واما كليا تسمحان بمرور الماء من خلال التجويف الذى تحتهما . وفى اغلب الاسماك العظمية يكون المنخاران جانبى الوضع . اما فى القروش فيقعان تحت البوز . وتوجد فى الكيس الشسمى ثنيات ثلاثية كثيرة تتكون من خلايا عمودية بسيطة تحتوى على خلايا شمعية يتخللها عناصر دعامية (شكل ٣٣٦) . وعلى السطح الخارجى تحمل كل خلية شمعية فرشة مشععة من الزوائد الحسية القصيرة الشبيهة بالشعر . وتختلف هذه الخلايا من اى مستقبل فقارى آخر فى صفة واحدة مميزة من المحتمل ان تكون بدائية جدا . فكل المستقبلات الاخرى تعتمد على الياف عصبية تنقل الى الداخل الاحساسات المستقبلية ، اما الخلايا الشمعية فعلى العكس من ذلك تعمل عملها بنفسها ، اذ تمتد « ليفة » طويلة من الخلية نفسها الى الداخل حتى المخ .

وتقدم الفقاريات عديدة الفكوك لفرا محيرا . فعلى العكس من كل الفقاريات الحية يكون عضو الشم فى دائريات الفم كيسا وسطيا واحدا يفتح على طرف البوز (الجريشات) او على قمة الرأس (الجلكى) ، وكميزة اخرى يتصل هذا الكيس بالكيس النخامى (اشكال ١٧ ، ٢٣١ ، ٢٤٧) . وهن هذه الحالة بدائية أو متخصصة ؟



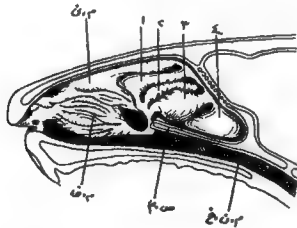
شكل ٣٣٦ - قطاع في المخاطية الأنفية (عن دي كورسي)



شكل ٣٣٧ - ١ - منظر بطني للجزء الأمامي للجانب الأيسر لمنطقة الحنك في السلماندر (تريتون) بين الممرات الأنفية مجسمة وما يتبقى من تراكيب شفافا قارن شكل ٨ (١٢٠) . ب - منظر مشابه للصفوح (بابيا) . ج - قطاع طولي في منطقة الأنف في سحلية إبن الخط الوسطى قليلا ليبين تجاويف الأنف . كان العضو الميكمي الأنفي جيباً جانبياً من الممرات الأنفية الأساسية في جنين السحلية كما في البرمائيات . في الحيوان البالغ (كما في كثير من الثدييات) انفصل هذا العضو ليفتفتح مستقبلاً في سقف الفم بقناة أنفية حنكية . تبين الأسهم اتجاه تيار الهواء إلى الداخل في كل الأشكال وكذلك اتجاهه إلى الخارج إلى العضو الميكمي الأنفي في البرمائيات (١ عن ماتيس ، ب عن بانكروفت ، ج عن فيديج) .

أى الاجابتين غير واضحة أيضا . ففي بعض (وليس كل) الفقاريات الأقدم المتحجرة يقارن النخار بذلك الموجود في الجللى ، ومن جهة أخرى فإن منخار الجللى يوجد في مكان عاى اقرب الى الجهة البطنية في الجنين ، ويتكون من فصين ، ولو انه غير مزدوج تماما في يرقة الجللى .

وفي الأسماك فصية الزعانف المثالية نشأ نوع من المنخار بفتحة تؤدي الى سقف الفم كما تؤدي الى الخارج أيضا . ويستعمل هذا المر كموصل للتنفس في رباعيات القدم . وهنا يمثل الكيس الشعى بالهواء أكثر من الماء ، ولكن الفدد الأنفية والسوائل التى تأتي من العين عن طريق القناة الدمعية تحفظ الطلائية الحساسة رطبة وقادرة على أداء وظيفتها . وفي هذا النوع الجديد من الجهاز الأنفى يكون التركيب في بدايته بسيط . وفي البرمائيات (شكل ٣٣٧ ، ب) تؤدي فتحة أنفية خارجية الى كيس طويل نوعا ما ، وتوجد في الجهة الخلفية البطنية فتحة كبيرة هي فتحة الأنف الخلفية أو الفتحة الأنفية الداخلية التى تفتح مباشرة من هذا الكيس الى الجزء الأمامى من سقف الفم ، أما السطح الداخلى لهذا الكيس فهو أملس تقريبا وجزء من بطانته هي الحسى فقط .



شكل ٣٣٨ - قطاع في المنطقة الأنفية لخنزير غينيا على بعين الخط الوسطى قليلا يبين تكوين المفاتيل بما في ذلك المفاتيل الفكية : م . ف والمفاتيل الأنفية : م . ن والمفاتيل المصفوية من ١ - ٤ وممر فتحة الأنف الخلفية : م . ن . ع والصفحة المستعرضة : ص . م . تفصل المنطقة الحسية للتجويف الأنفى من المر الأنفى الحلقى (عن كيف) .

وفي الزواحف المثالية تبدأ منطقة الانف في أن تصبح تركيباً أكثر تعقيداً (شكل ٣٢٧ ج) . فالمر الهوائي أطول ويوجد عادة دهليز صغير ولكنه متين في الأمام ، وتنحصر الطلائية الحسية في الجزء العلوى من الفرفة الأساسية . ويتكون هنا من الحائط الجانبي واحد أو أكثر من النموات الداخلية المتتوية كطروقات أو مفاتيل تزيد من مساحة المنطقة الطلائية . وفي بعض أنواع السلاحف المائية ، وكما قلنا من قبل يوجد بعض تكوين لحنك ثانوى يستطيل جداً في التماسيح مصحوباً بتكوين أنبوبة فوقه تؤدي الى الخلف من الفرفة الانفية . ويظهر أن الشم قليل الأهمية في الطيور عامة والتركيب الأنفى مبنى على النظام العام للزواحف وهو معتدل الحجم .

وتصل التراكيب الانفية الى أقصى تكوينها في الثدييات (شكل ٢٠٩ ٢٢٨) وفي الأعضاء المثالية للثدييات (الرئيسيات العليا شواذ) قد تصل الفرفة الانفية الى الخلف حتى حجاج العين لتشنفل أكثر من نصف طول الجمجمة . والحزونات عالية التكوين عادة وتزيد من المساحة الشمية في الجزء العلوى من الفرفة وتعمل كمرشحات للهواء ومكيفة له في ممره المباشر تحتها . وتوجد خلف الفرفة الأصلية قناة كما في التماسيح هي القناة الانفية البلعومية التى يمر فيها الهواء فوق الحنك الثانوى الى البلعوم في الخلف . وتوجد في الثدييات المشيمية امتدادات للتجويفات الهوائية الانفية داخل العظام القريبة كجيوب هوائية تؤثر في خفة الجمجمة (وقد تكون لها تأثيرات أخرى مألوفة كلها لبعض القراء) .

وفي كثير من رباعيات القدم يوجد جزء متخصص من الجهاز الشمى يسمى بالمعضو الميكى الأنفى ، أو عضو جاكوبسون ووظيفته الأساسية كما يظهر هي التقاط الاحساسات الشمية من الطعام الموجود في الفم . في البرمائيات الدالية (شكل ٣٢٧ ا) توجد ببساطة منطقة طلائية حسية تقع في قناة مجيزة نوعاً عن تلك التى يمر فيها تيار الهواء الرئيسى الى الداخل . وفي البرمائيات الأخرى وفي الزواحف يوجد هذا العضو في كيس أعورى يقع على جانب واحد (٣٢٧ ب) ويظهر أن هذه هي الحالة البدائية في الزواحف كما يشاهد في الاسفندودون في العظاءات « السحالي » والثعابين مع ذلك (شكل ٣٢٧ ج) يشنفل العضوان الميكيميين الانفيين كيسيّن يفتحان منفصلين في سقف الفم . وشمّة تكوين خاص يرى في كثير من العظايا « السحالي » والثعابين إذ ينشق اللسان الى شعبتين ويخرج اللسان من الفم ويدخل

عاملا كعضو اضافي للشم . فعندما يدخل اللسان الى الفم يفحص داخل اكياس انفية ميكعية حاملا الحبيبات الكيميائية التي التصقت به من الهواء الى المخاط الموجود على اللسانية الحسية لهذه الاكياس .

ولا يوجد العضو في السلاحف المائية والتماسيح والطيور وايضا في بعض الثدييات (مثل الرئيسيات العليا) ومع ذلك فقد احتفظت به الثدييات الاخرى . ففي القوارض يفتح عضد الشم داخل التجويف الانفي الرئيسى ، ولكن في الانواع الاخرى التي تحتفظ به توجد فتحتان منفصلتان ، كما هي الحال في العظايا « السحالي » والشمابين : يؤديان الى سقف تجويف الفم .

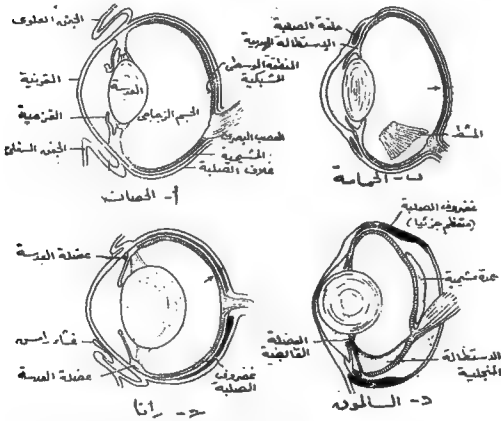
العين

جسم الانسان معرض دائما الى الاشعاعات التي قد تختلف من الاشعة الكونية المتناهية في القصر ولكنها سريعة وكذلك التي تنشأ من تحطيم الذرات الى الت موجات الطويلة البطيئة التي تستعمل في ارسال الراديو . ويؤثر كثير من هذه الاشعاعات في البروتوبلازم ، ولكن يظهر ان هناك حساسية خاصة محددة بشرط ضيق في منتصف المسافة بين هاتين النهايتين ، ولمعرفة اطوال الموجات الاخرى لا بد ان نرجع الى التراكيب الآلية التي تحول تأثيراتها الى معان نستقبلها بحواسنا المحدودة . ومن المقول ان نجد ان شرط الحساسية هذا في الحيوان يقابل الى درجة كبيرة مدى الاشعاعات التي تصل الى الأرض من الشمس ، حيث ان هذا الجسم هو مصل تلك الكتلة العظيمة من الاشعاعات التي تصل الينا عادة . ونستقبل من هذا الشرط الموجات الابطا في صورة حرارة ، اما الموجات الاسرع والاقصر فتستقبل كضوء وتسمى بعملية الاستقبال الضوئي

والاحساس الخاص بالضوء واسع الانتشار في المملكة الحيوانية كلها ، وتتكون في عدد من اللافقاريات البسيطة « بقع عينية » كمجموعات من الخلايا الحساسة مصحوبة عادة بصبغ ، وغالبا ما يوجد تقدم تطوري يؤدي الى تعفن في تركيب العين مع عدسة لتركيز الضوء على خلايا حساسة في غرفة مظلمة وتستقبل كثير من العيون البسيطة الضوء ككتلة ، ولكن - مع التعنى الاحسن وترتيب الخلايا الحسية بنظام محدد لتستقبل الضوء من مناطق خارجية خاصة - تصل الى الابصار الحقيقي ، وتوجد العيون التامة

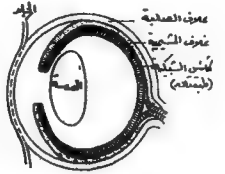
التكوين بما فيها من خصائص مشتركة كثيرة رغم الوثوق من نشأتها نشأة مستقلة في مختلف الحالات في مجموعات متباعدة عن بعضها البعض كالرخويات والفصليات من شتى الصور والفقرات .

ويتكون التركيب الأساسي في عين الفقاريات (أشكال ٣٣٩ ، ٣٤٩) من مقلة العين المستديرة تقريبا والتي تقع في تجويف الحجاج على كل من جانبي محافظة المخ وتتصل بالمخ بواسطة عصب بصري داخل ساق تنشأ من



شكل ٣٣٩ - أشكال توضيحية لقطاعات طولية في عيون ١ - الحصان
 ب - الحمامة ، ج - الضفدع الشائع ، د - سمكة كاملة التعظم (سألون) .
 النسيج الضام للصلبة والقرنية (غير مظلل) . حلقة الصلبة أو الغضروف
 (سوداء) . المشيمية والجسم الهدبي والقرحية (منقطعة) . الشبكية
 (مخططة) . الأسهم تشير إلى الحفرة . في ب - يظهر المشط على
 أحد جانبي الخط الوسطي في د - يميل القطاع قليلا إلى أحد جانبي الشق
 المشيمي الذي تدخل من خلاله الاستطالة المنجلية مقلة العين .
 (عن روكون ودوفجنويك وويلز)

السطح الوسطى لقلة العين . ولقطة العين تماثل شعاعى مع محور أساسى يمر من الجهة الداخلية الى الجهة الخارجية . وفى داخلها عدد من الغرف الممتلئة بالسوائل المائية أو الجيلاتينية . وتقع العدسة فى الداخل فى اتجاه



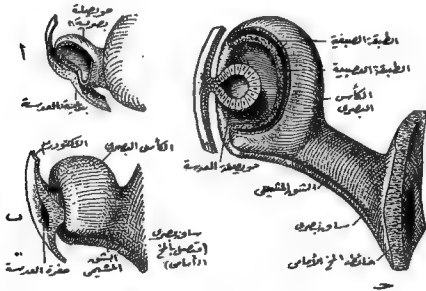
شكل ٣٤٠ - شكل توضيحي لقطاع فى العين يبين ترتيب الطبقات المتتابعة الجينية .

المقدمة . وتتكون جدر القلة اساسا من ثلاث طبقات على التوالي ، وهى من الخارج الى الداخل : الصلبة ، والمشيمية ، والشبكية . والصلبة كرة كاملة اما المشيمية والشبكية فهما غير تامتين من الخارج . واصل الانتين الاوليين ميزنكيمى ووظيفتهما الاساسية هى التدعيم والتغذية ، اما الشبكية (وهى فى الحقيقة طبقتين) فتحتوى على الجزء الحساس الحقيقى من جهاز العين . وعند النهاية الخارجية لقلة العين يتحور غشاء الصلبة ليكون مع الجلد الذى يقع فوق القرنية الشفافة . وفى اتجاه الخارج تلتحم وتحور طبقتى المشيمية والشبكية . وتمتد هاتان الطبقتان الملتحمتان عادة فى اتجاه حافات العدسة ليكونا الجسم الهدبى الذى قد تتعلق العدسة منه . والى الامام خلف هذه النقطة تلتف الطبقتان الملتحمتان الى الداخل موازيان للعدسة ليكونا القرنية حيث يتركان فتحة وسطية هى الحدقة .

ويقارن عمل العين عادة (وهذا معقول) بعمل صندوق « كاميرا » بسيط . فتقابل غرفة مقلة العين داخل الصندوق المظلم ، وفى كليهما عدسة تبور الضوء تماما على صحيفة من المواد الحساسة خلف الغرفة . وتشبه قرنية العين ما يسمى بحاجب النور فى الكاميرا فى تنظيم حجم انسان العين .

التكوين : (شكل ٣٤١). من الناحية الجنينية ينشأ أهم جزء من الوجهة الوظيفية للعين من الأكتودرم (ويشمل الأكتودرم العصبي) ، ولكن الميزنكيم يدخل أيضا في الصورة بشكل مهم . وفي الوقت الذي يتم فيه تكوين البؤبة المخ تنمو إلى الخارج على جانبي منطقة المخ الأمامي حويصلتان بصريتان كرويتان وتبقيان متصلتين بالمخ بواسطة ساق . وعندما تتكون كل حويصلة تنشئ طبقتها الخارجية إلى الداخل لتكون كاسا بصرية ذات طبقتين (يبقى فيها مع ذلك شق بطني لدخول الأوعية الدموية) . وتصبح هذه الكاس البصرية الشبكية التي هي إذا تراكب من طبقتين ، ومن الشبكية ينشأ جزء من الجسم الهدبي والقرنية .

وعندما تنمو الحويصلة البصرية خارجيا في اتجاه السطح ينتظم الأكتودرم الذي فوقها وتغوص كتلة كروية أو جيب من هذا النسيج في فتحة الكاس لتكون العدسة . وفي كثير من الأنواع (ولكن ليس في كل الأنواع) التي درس تكوين العين فيها تجريبيا وجد أن الحافز المؤدى إلى تكوين العدسة يأتي من اقتراب الحويصلة البصرية من الأكتودرم ، أما تراكيب القلة الأخرى فتتكون من الميزنكيم : الطبقة الأولى واللفظة الداخلية ، وهي وهائية في أول تكوينها تحيط بالشبكية لتكون غلاف الشبكية ، ثم يتكون الغلاف الخارجى من النسيج الضام مكونا كرة كاملة خارجية هي الغلاف المتصلب (الصلبة) والقرنية .



شكل ٣٤١ - مجموعة من الأشكال التوضيحية تبين التكوين الجنيني للكاس البصرية والعدسة (عن آرى) .

الصلبة والقرنية : غلاف الصلبة تركيب خارجي جامد يحفظ شكل المقلة ويقاوم الضغوط داخلية كانت أم خارجية والتي قد تنجم من شكلها . وفي دائريات الفم من جهة ، وفي الثدييات من جهة أخرى ، تتكون كلها من نسيج ضام سميك . ولكن في أغلب الموجات الأخرى تقوى بالنضروف أو العظم . وغالبا ما توجد كأس غضروفية (متعظمة في بعض الطيور) تحيط بأغلب الجزء الخلفي من المقلة ؛ وتتم حماية أكبر بحلقة صلبة من الصفائح العظمية التي تقع في الصلبة أمام « المحور » (شكل ٢٤٢) . وهناك دليل من المتحجرات على أن مثل هذه الحلقات كانت موجودة في الفقاريات البدائية لكل نوع رئيسي ؛ ولكنها بقيت الآن فقط في الأسماك مشعة الزعانف والرواحب والطيور . ويظهر أنها كانت تتكون بدائيا من أربع صفائح ، ولكن الأسماك الحديثة ذات الزعانف المشعة لها عادة اثنتان ، على الزواحف والطيور من جهة أخرى عدد كبير من هذه الصفائح .

والجزء السطحي من مقلة العين هو القرنية الشفافة التي من خلالها يدخل الضوء الى المقلة . وفي كل الفقاريات التي هي أعلى من دائريات الفم ينصغ غشاء الصلبة هنا من غير انفصال مع الجلد الذي فوقه . وهذا الجلد الذي هو جزء من القرنية ومنطقة الجلد الحساسة تحت ثنيات الجفن



شكل ٢٤٢ - جمجمة طائر العقاب مبينة الحلقة الصلبة في مكانها .
(من أدنجر) .

يكونان معا الملتحمة . ومعامل الانكسار للقرنية - وهو قدرتها على انكسار موجات الضوء - هو نفس معامل الانكسار للماء . وفي الهواء مع ذلك تعمل القرنية نفسها كمعدسة وتخفف عن العدسة الحقيقية كثيرا من العبء في ضبط بؤرة الصورة ، وتظهر أهميتها من حقيقة أن العيب الأكبر الذي يتطلب تصحيحا بصريا في الإنسان مثل الاستجماتيزم (الانقطعية) سببه هو عدم انتظام شكل القرنية .

المشيحية : تختلف الفلانة الداخلية لمقلة العين كثيرا عن الصلبة ، لأنها من نسيج رخو غنى بالأوعية الدموية التي تمتد الشبكية . ويمتص الضئع الموجود في المشيحية معظم الضوء الذي يصل اليه بعد اختراقه للشبكية . وبالإضافة الى هذا يتكون هنا غالبا أداة تعكس الضوء أكثر ما نراها ممثلة في عين القطط الهائمة في الليل وتلمع كالأشباح تحت الأضواء الكاشفة للسيارة العابرة . هذا هو الطراز المثالي الذي قد يتكون اما من طبقة لامعة من اليااف النسيج الضام أو طبقة من النسيج الممتلئ ببلورات الجوانين . وفي الحيوانات الليلية والأسماك التي تعيش في الأعماق يقوم هذا التركيب بالحفاظ على الأشعة الضوئية القليلة بردها الى الشبكية فيحول ذلك دون ضياعها .

القرحجية : يوجد هذا التركيب في كل الفقاريات ويتكون من اتحاد عقل متحورة من كل من طبقتي المشيحية والشبكية فتصل بطريقة دقيقة لتكون حاجزا ملونا امام العدسة . وينظم هذا حجم الحدقة ، ومن ثم كمية الضوء التي يسمح لها بالمرور من خلال العدسة الى الشبكية . والقرحجية ثابتة الاتساع في بعض الأسماك الا عندما تاتثر بتحركات العدسة التي تحتويها . ولكن في القروش وبعض الأسماك كاملة التعظم وربيانيات القدم توجد غالباً خلايا عضلية مرتبة بنظام دائري وشعاعي ، وتعمل على توسيع أو تضيق فتحة انسان العين معطية تأثير فتحة آلة التصوير عندما تتمتع في الضوء الخافت وتضيق في الضوء الشديد حتى يكون تحديد الصورة أحسن . وتتكون الاليااف العضلية للقرحجية من جزء من الشبكية التي هي من مشتقات الاكتودرم العصبى للجنين . والراى الصحيح أن من المفروض أن تتكون العضلات من الميزودرم ، ومع ذلك فإن هذه الخلايا في القرحجية لها كل صفات الاليااف العضلية من تاحتى التركيب والوظيفة ، لأن عين الجنين لم تقرأ أبداً كتاباً في علم الأجنة وتتمدى براءتها القواعد التي وضعت من أجلها .

العدسة والتكيف : في الفقاريات الأرضية تكرر القرنية الأشعة الضوئية ومن ثم فهي تعمل الكثير من عملية الإنكسار ، أما العدسة فتعمل كضابط دقيق للتبؤر . ولا تعمل القرنية بهذه الطريقة في الأسماك وتقوم العدسة نفسها بكل عملية التبؤر . ولهذا نجد العدسة في الأسماك كنزوية الشكل وتقع في أقصى مقدمة مقلة العين ، ويمطى هذا الوضع أقصى قوة للعدسة ، وكذلك أطول مسافة ممكنة تجمع منها الأشعة على الشبكية . وفي ربيانيات القدم تكون العدسة أقل كثيرا في الاستدارة وتقع الى الخلف في تجويف العين ، وتتكون العدسة من اليااف غروية طويلة مرتبة بنظام معقد

من الطبقات ، وهي شفافة تماما ذات شكل ثابت وتقاوم التغير في الشكل في الفقاريات الدنيا . وفي دوائر الغم ليست العدسة اتصالات خارجية ولكنها تبقى في مكانها فقط بضغط السائل الزجاجي الذي خلفها والقرنية التي امامها . وفي كل الفقاريات الأخرى تتصل العدسة خارجيا بحزام او بمنطقة من نوع ما ، اما ان تكون غشاء او مجموعة من الألياف المرتبة شعاعيا .

ومن المستحيل كما يعلم أى مستعمل للكاميرا الحصول على تحديد تام للموئيات الموجودة على مسافات مختلفة من غير ضبط بؤرة العدسة . ومثل هذا الضبط في العين يسمى « بالتكيف » . وعيون أغلب الفقاريات قادرة على التكيف ، ولكن من العجيب أن هذا التكيف يتم بطريقة خاصة في كل مجموعة كبيرة تقريبا . ويوحى هذا بأنه من المحتمل أن التكيف لم يكن من مميزات عين الفقاريات البدائية ، وأن النماذج المختلفة من الفقاريات تكونت فيها هذه القوة في كل نموذج مستقلا عن النماذج الأخرى . ويمكن تقسيم الطرق المستعملة في التكيف بإسهاب كما يأتى : -

١ - مكان العدسة ثابت للرؤية القريبة وتتحرك الى الخلف للموئيات البعيدة (الجلكى والأسماك كاملة التعظم) .

٢ - مكان العدسة ثابت للرؤية البعيدة وتتحرك الى الامام للموئيات القريبة (الأسماك صفيحية الخياشيم والبرمائيات) .

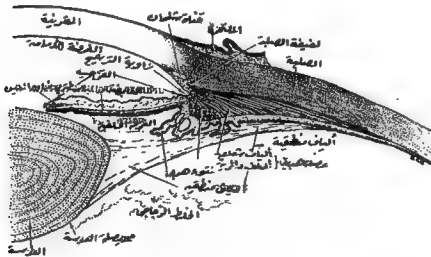
ب - شكل العدسة متغير : شكل ثابت للموئيات البعيدة وشكل منبسط للموئيات القريبة .

(الرهليات)

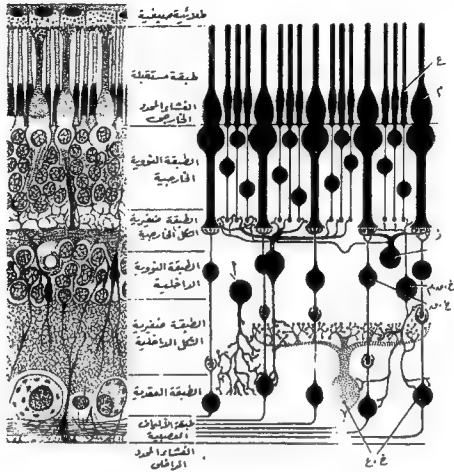
وانه لمن المستحيل أن تعطى في أى مساحة محدودة مقدارا عن التكوين العضلى الخاص المستعمل في هذه الطرق من التكيف . وتتم حركات العين بشد عضلات مختلفة التكوين . وبين الرهليات تصبح العدسة أكثر استدارة في الزواحف والطيور بضغط وسائد تتكون من النتوء الهدبي ضد حافاتها وتبقى العدسة طبيعيا في الثدييات في حالة مفلطحة نسبيا ، إذ تشدها من حافاتها ألياف تتصل بالعضلات الهدبية التي تبقى مثاليا في حالة انكماش ولكن عندما تسترخى العضلات يقل الشد من العدسة المرنة فتتخذ شكلا

أكثر استدارة . وتبقى هذه الطرق في الرهليات لها تأثيرها فقط . ما دامت العدسة مخفية بمرورها . ولكن في الإنسان وكما يعلم كبار السن ان العدسة تنصلب بمرور العمر ويتلاشى التكيف حتى ان الكتاب لا يقرأ من غير مساعدات صناعية الا اذا ابد بطول اللراع ، والا فلن يقرأ أبدا .

تجاويف مقلة العين : الجزء الأكبر من المقلة من الناحية الوظيفية عبارة عن تجويف فارغ أساسا ويحتاج الى أن يظل بائلا - خلط - لا يمنع أو يشوه الأشعة الضوئية . والتجويف الأساسي في مقلة العين والشبكية يملأه خلط زجاجي سميك يشبه الجيلاتين . وإمام العدسة يوجد الخلط المائي . والتجويف الممتلئ به بين القرنية والقرحية يسمى بالفرفة الأمامية للعين . أما الفرفة الخلفية فليست كما يظن أي إنسان هي الممتلئة بالخلط الزجاجي ولكنها المسافة الضيقة التي يشغلها الخلط المائي بين القرحية والعدسة (شكل ٣٤٣) . ويوجد في الطيور امتداد عجيب مشطى الشكل داخل تجويف الخلط الزجاجي يسمى بالمشط (شكل ٣٣٩ ب) ويظن أن لهذا التركيب وظيفة غذائية ولكن يظن أبعد من ذلك أن ظلال حانات المشط التي تقع على الشبكية تعمل كشباك متسلطة تمكن الطائر من تمييز الحريات الصغيرة أو الحريات البعيدة المتحركة عندما تمر صورها من غرة الى أخرى خلال هذه الشباك .



شكل ٢٤٢ - تفاصيل الجزء الخارجى من عين الانسان ،
 ١. عن فولتين ؛



شكل ٣٤٤ - على اليسار قطاع طولى فى شبكية حيوان ثديى . على اليمين الاتصالات أصبحت واضحة بالتشعب الفضى . ١ ، ز . العناصر العصبية وظائفها غير محددة تماما . الاختصارات الأخرى : خ . ق . خلية ذات قطبين مقترنة بمخاريط مفردة . م - مخاريط . خ . ق . م - خلايا ذات قطبين متصلة بسلسلة من المخاريط ، خ . ع - خلايا عقدية . ع - المعنى . (عن دولر وجزليا عن بوليواك) .

الشبكية : كل أجزاء العين الأخرى ثانوية فى الأهمية بجانب الشبكية . إذ أن وظيفتها جسيما التحقق من أن الضوء يصل بنظام وتبور مناسبين علوم هذا التركيب الذى يستقبله وينقل المؤثرات المنسببة عنه الى المخ فى الداخل . والطبقة الخارجية رفيعة ولا تشترك إلا قليلا بمجموعة من الخلايا الصيفية . أما التركيب الألى العصبى والحسى المعقد فيتكون كله من

الطبقة الداخلية . وتختلف تفاصيل تركيب الشبكية كثيرا من نوع الى آخر ومن جزء الى جزء آخر في الشبكية الواحدة . والشكل العام لقطاع في الشبكية هو غالبا ما يرى في شكل ٢٤٤ على اليسار . فتوجد داخل الطبقة الصبغية (التي تلتصق المشيمية) منطقة مخططة عموديا . وتوجد داخل هذه ايضا ثلاث مناطق واضحة تحتوي على اجسام دائرية تميز كانونية الخلايا . وتبين الصبغة المناسبة الطبيعية الحقيقية لهذه المناطق . وتحتوى المنطقة المخططة على الاطراف الطويلة للخلايا المستقبلية للضوء والعصى والمخروطات . وتحتوى المنطقة النووية الخارجية على اجسام الخلايا ونوى هذه التراكيب . اما المنطقة النووية الوسطى فهي تلك الخاصة بالخلايا ذات القطبين التي تنقل النبضات من العصى والمخروطات ، ومن الانواع المساعدة من الخلايا العصبية الشبكية الى الداخل . اما النوى الموجودة في اقصى الداخل فهي تلك الخاصة بالخلايا العقدية التي تلتقط المؤثرات من العناصر ذات القطبين وترسل اليافا على طول العصب البصرى الى المخ .

والعصى والمخروطات ، والتي اشتق اسمها من شكلها العادى ، هي مستقبلات الضوء الحقيقية ، وتحتوى كل خلية على طرف حسي يتجه الى المشيمية وجزء سميك وقطعة قاعدية تحتوى على النواة . وقد يواجه الشخص على الفور بحقيقة أن خلايا العصى والمخروطات في شبكة التقاربات تشير الى الاتجاه الخاطئ . وفي شبكية مركبة « عقليا » لابد وان تشير هذه الاطراف لابعدا عن . ولكن في اتجاه الضوء . وتكون بعض عيون اللافقاريات هكذا لا تلك الخاصة بالفقاريات . وقد يكون هذا التركيب الشاذ نتيجة لان خلايا الشبكية قد تكونت اولا من ناحية تطور الاجناس في قاع تجويف المخ متجهة اطرافها الى الداخل (والى اعلى) لتستقبل الاشعة الضوئية التي تدخل الجسم الشفاف للحيوان الجلبى البدائى من اعلى . وعندما تحولت الى حويصلات بصرية ملتفة الى الخارج احتفظت هذه الخلايا ببساطة بوضعها الاصلى . ويبدو ان استقبال الضوء بواسطة كل من العصى والمخروطات راجع الى تحليل الجزيئات (من الرودوبسين الخ) حين تصدها اشعة الضوء وتميل هذه الجزيئات الى اللون الازرق ، والارجوانى ، او الاحمر ، وهى مركبات كيميائية تمت بالقرابة الى فيتامين ا .

وتختلف العصى عن المخروطات كثيرا في الوظيفة ، كما يستطيع ان يحدد هذا رأى شخص من عينه هو حيث أن المخروطات مركزة في وسط منطقة الرؤية اما العصى فتقع اساسا على الحافة . (١) تعمل العصى في

الضوء الضعيف أما المخروطات فتعمل فقط في الضوء الواضح . وقد يستطيع الإنسان ان يلمح ومضة نجم خافت على هامش منطقة الرؤية . ولكنه لا يستطيع ان يرى هذا النجم اذا نظر اليه مباشرة (٢١) وتعطى المخروطات كمجموعة رؤية جيدة ؛ اما العصي فتعطى صورة غير واضحة . ولكي تكون الرؤية واضحة لا بد وان تبور المركز الحاصل للمخروطات في العين على المرئي . (٢٢) تعطى المخروطات اللون ، اما العصي فتعطى التأثير الأبيض والأسود فقط في منطقة رؤيا الشخص . اما المرئيات الجانبية فزائدة ولا لون لها .

وتن نجهل اسباب المداخل المختلفة للضوء في المخروطات والعصي . اما اسباب الاختلافات في استقبال التفاصيل فمبينة فيما بعد . وفيما يختص باللون فان السلاحف المائية والطيور بها كريات زيتية ملونه في مخروطاتها تعمل كمرشحات ، ومن ثم تؤدي استقبالا مميزا للالوان . ولكن في الفقاريات الاخرى تظهر كل خلايا المخروطات كأنها متماثلة في التركيب .

ويختلف كثيرا توزيع خلايا المخروطات والعصي في مجموعات الفقاريات المختلفة . والحيوانات الليلية بوجه عام او الأنسك التي تعيش في الأعماق بها اساسا عصي في الشبكية ، أما الحيوانات النهارية ، او التي تعيش على السطح ، فقد تكون بها نسبة عالية من المخروطات ، ولكن المخروطات نادرة نسبيا بوجه عام . ومن المحتمل ان تكون الحساسية للالوان عالية في قليل من الفقاريات نسبيا كما هي في اعيننا . وقد تكون العصي والمخروطات موجودة في اى منطقة من الشبكية . ولكن عندما تكون المخروطات موجودة فانها توجد عادة مركزة (كما في انفسنا) في منطقة مركزية خلف الشبكية .

وتوجد من داخل العصي والمخروطات طبقة من الخلايا ذات القطبين لها استطالات تستقبل النبضات من العصي والمخروطات من جهة وتحملها من جهة اخرى الى الداخل الى الطبقة الثالثة ، وهي طبقة الخلايا المقسدة التي تكون العصب البصرى . ويظهر غالبا ان خلية واحدة مخروطية تتصل وحدها بخلية ذات قطبين . وان خلية واحدة من هذه الخلايا ذات القطبين تتصل مع خلية عقدية . وعلى هذا فقد يكون لكل مخروط مور خاص الى العصب البصرى والمخ . وعلى العكس من هذا ، فان عددا كبيرا من هذه العصي تنح الى خلية واحدة ذات قطبين . ومن ثم لا تصل المخ اية معلومات عن اية مجموعة من العصي هي

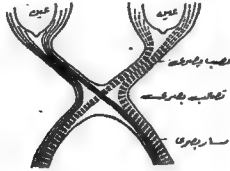
التي نهت . وهذه هي الحالة التي تؤدي الى عدم الضبط في رؤية العصى اذا قورنت بتلك الرؤية في مناطق المخروطات .

العصب البصرى : ولو اننا نتخدى النظام العام (ما دام موضوع الفصل التالي هو الجهاز العصبى) فاننا نسمح لانفسنا بمناقشة هذا الاتصال المركزى للعين وعلاقته بالابصار والخلايا المقدية التي تقع على السطح الداخلى للشبكية تكون اليافا طويلة تتجمع في نقطة بالقرب من وسط الشبكية وتنفوس داخلها (مع تكوين « نقطة عمياء » وذلك لغياب العصى والمخروطات) متجهة داخل الساق البصرى الى المخ كمصب بصرى . وبينما قد تعودنا على سمعته بالعصب لا بد وأن تشير الى انه ما دامت الشبكية من ناحية بالنظرة الجينية جزءا من المخ نفسه فان العصب البصرى ينظر اليه لا كمصب خارجى ، ولكن كممر للالياف يصل بين جزئين من المخ .

وعندما يصل العصبان البصريان الى قاع المخ الامامى يكونان شكل x ، وهذا هو الاتصال البصرى (شكل ٣٤٥) . وفي هذا الطريق المتقاطع في اغلب الفقاريات تقريبا تعبر كل الياف المصب البصرى الايمن الى الجهة اليسرى من المخ والعكس بالعكس . ويسمى مثل هذا التقاطع للالياف بالتصالب او التقاطع . وفي اغلب طوائف الفقاريات تستمر مجموعتنا الالياف الى اعلى وإلى الخلف الى المراكز المخية في سقف المخ الوسطى (التهتر) . وفي الثدييات تؤدي كل الالياف تقريبا بدلا من ذلك الى زوج من المناطق الخاصة في المادة السنجابية في النصف كريان المخيان .

والعيون في اغلب الفقاريات موجهة الى الجانبين مع مجالات محددة للرؤية على كل جانب ويكون المخ صورتين منفصلتين للمنظرين المنفصلين . ومع ذلك ففي عدد من الأنواء الاعلى مثل الطيور الجارحة وكثير من الثدييات تلتف العيون الى الامام وتتراكب مجال الرؤيةتين ويتشابه تقريبا التأثيران اللذان يصلان الى المخ . وفي مثل هذه الحالات يظهر ان تكوين صورتين عتلتيتين عملية غير ضرورية . ومع ذلك فهنا هو الذى يحدث وإلى ابعد ما تستطيع ان تصل اليه في الاشكال غير الثديية لا يهم الى اى درجة يكون تراكب الصورتين .

وفي كثير من الثدييات تظهر الرؤية المجسمة بتطابق مجالي الرؤية ذهنيا ، فيكون من نتيجة ذلك أن بعض نماذج الثدييات كالإنسان تستفيد من الاختلافات الطفيفة في زاوية الرؤية للعينين في اكتساب الإحساس بعمق الصورة والأبعاد الثلاثة للأجسام المرئية ، وهو ما لا يحدث بغير ذلك .



شكل ٣٤٥ - شكل توضيحي للتصلب البصري في الثدييات مع رؤية مجسمة حقيقية . كل الألياف من كل نصف عين يمر الى نفس جانب المخ . (عن آري) .

ويصحب هذا التكوين الجديد التصلب غير الكامل في التصلب البصري . وفي الثدييات والثدييات وحدها - من أجل هذه الأجزاء التي تتطابق من المجال نجد الباقا من مناطق من كلتا الشبكتين التي ترى نفس المراتب تذهب الى نفس الجانب من المخ . وبما لذلك لا تتقاطع (أى تتصلب) بعض مجموعات الألياف ولكنها تلتف بزوايا قائمة لتصاحب ما بمائلها من العين المقابلة . وفي الإنسان على سبيل المثال - حيث تطابق مجالي الإبصار كامل تقريبا - فإن كل الألياف من النصف الأيسر لكل من الشبكتين تدخل الجانب الأيسر للمخ ، وكذلك الألياف النصف الأيمن تدخل الجانب الأيمن (شكل ٣٤٥) . ونتيجة لهذا فإن منطقة الرؤية لكل نصف كرة مخية تكون نصف صورة من كل المجال البصري « كعرض مزدوج » . ثم باتصالات بينية معقدة بين النصفين الكرويين يلتحم نصفا الصورة معا لتظهر في الوعي كصورة واحدة مجمعة .

التركيب الإضافية : لقد وصفنا من قبل مجموعة العضلات المخططة التي تحرك مقلة العين . وهناك تراكيب أخرى خارجية تعمل أساسا لحماية

السطح الخارجى للعين والعناية بها . وباستثناء بعض أسماك القرش تكون الجفون ضعيفة في الأسماك . وتتكون الجفون مع ذلك بطريقة ما في رباعيات القدم . وقد تصبح القرنية الجافة معتممة ، ولكن قفل الجفون على فترات يربط وينظف سطح القرنية . والجفون السفلى والعليا دائما موجودة ومعتممة بوجه عام . وفي أغلب أنواع الحيوانات يكون الجفن السفلى هو الأكثر وضوحا ، ولكن في الثدييات (والتماسيح) يكون العكس هو الصحيح . ويوجد في الزواحف والطيور عامة وفي بعض الثدييات جفن ثالث وهو الفشاء الرامش ، وهو ثنية جلدية شفافة تقع عميقة عن الجفون وتحرك فوق القرنية من الأمام (أو الوسط) الى الخلف . ولا تتحرك الجفون في بعض الحالات وفي رباعيات القدم الدنيا ، ولكن كلما دفعت مقلة العين الى الداخل أو الخارج تفتح الجفون وتغلق . وفي بعض الحالات تمتد أجزاء من عضلات المقلة الى الأمام لتحرك الجفون . وفي الثدييات تنمو العضلات الوجهية الى الأمام فوق الرأس مكونة حلقة من الألياف تعمل كعضلة قابضة تقفل العين (شكل ١٩٤ ص ٣٣٠) .

وتتكون في الفقاريات الأرضية غدد دمعية تفرز سائلا ملحيا لترطيب القرنية . ويوجد في الأنواع البدائية مثل البرمائيات الدالية صف من الغدد الصغيرة على طول السطح الداخلى للجفن الأسفل . في اللاذئيات والزواحف والطيور تميل الغدد الى التركيز في مقلمة (أو وسط) حافة المقلة . وتتكون الغدد الدمعية عادة في الثدييات في الركن الخارجى أو الخلفى للعين . وتوجد إضافة مفيدة في كل رباعيات القدم (ما عدا السلاحف المائية حصة) فقدها ثانويا) وهى قناة الدموع (أو قناة الغدة الدمعية) التى تسيل الزائد من ركن العين الى تجويف الأنف .

العيون الوسطية : توجد في أسلاف الفقاريات عين ثالثة تقع في الوسط على مقدمة الرأس متجهة الى أعلى . ففي أقدم مصفحات الجلد (كما في شكل ١٩١) توجد عادة نقرة واضحة يظهر انها كانت تحتوى على مثل هذه العين ولو انها أصغر دائما من العيون المزدوجة . وكانت هذه العين موجودة في قشرية الجلد عامة ، وموجودة كذلك في المجموعات الكبيرة للأسماك العظمية التى كانت تعيش في العصر الديفونى . وابتعد من هذا فقد كانت عامة في كل الفقاريات الأرضية الأقدم - البرمائيات العتيقة والزواحف الباليوزية من كل الأنواع . وفي العصر الترياسى يظهر ان هذا العضو المساعد في عملية الإبصار قد اختفى . وتوجد العيون الوسطية الآن في الجلكى فقط من جهة ، وهى توجد

من جهة أخرى في الأسفونودون وبعض العطاءات « السحالي » (شكل ٢٩٢) مدفونة تحت الجلد ، وهي لاتعمل أكثر من الإحساس بوجود أو غياب الضوء بالرغم من وجود قرنية صغيرة جدا وعدسة وشبكة . وهذه العيون الوسطية مثل العيون الجانبية عبارة عن نموات خارجية من المخ . ويوجد مع ذلك تمقيد عجيب في قصة العين الوسطى التي يظهر أنها ليست متشابهة في كل الحيوانات ، ولكنها قد تتكون من أى من جبين خارجيين من سقف المخ هما العضو الجدارى (العضو جار الصنوبرى) والعضو الصنوبرى ، ويكون كلاهما تراكيب العين في الجلكى ، ويوجد الأول منهما في العطاءات « السحالي » والأسفونودون فقط ، ويوحى هذا الوضع بأنه من المحتمل أن أسلاف الفقاريات البعيدة كان لها زوج من العيون الظهيرية كما كان لها زوج من العيون الجانبية . وبالرغم من فقدان الوظيفة يبقى العضو الصنوبرى في الفقاريات العليا على ما يظهر كتركيب غدى وظيفته غير محددة .

أعضاء الخط الجانبى

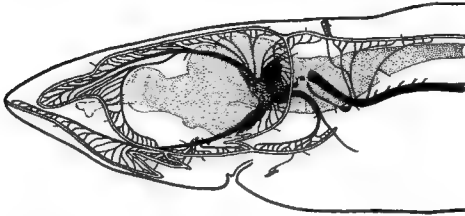
أعضاء الخط الجانبى جهاز حسي تام التكوين غير معروف تماما في الحيوانات الأرضية (شكل ٢٤٦ ، ٢٤٧) وهو يوجد في الأسماك وفي اليرقات المائية للبرمائيات . والمستقبلات في هذا الجهاز عبارة عن مجموعات من الخلايا الحسية هي أعضاء الحس الجانبى والموسوعة فيما بعد ، وهي توجد عامة في سلسلة من القنوات أو الميازيب في الرأس والجسم . والعنصر الأساسى لهذا الجهاز هو الخط الجانبى ، وهو بالمعنى المحدود للاسم عبارة عن قناة طويلة تمتد على طول الجذع والدبل ، ثم تستمر أماما الى الرأس حيث تكون قنوات متشابهة في نظام معقد ، يشتمل مثاليا على أفرع تمتد الى الأمام أعلى وأسفل الحجاجين ، كما يمتد الى أسفل وأماما على طول الفك الأسفل . وأعضاء الحس الجانبى المنفصلة تسمى الأعضاء الحفرية ، وهي قد توجد أيضا على رؤوس الأسماك وفي البرمائيات يكون ترتيب أعضاء الحس الجانبى على الرأس غير مستمر مع دلالة ضعيفة على الترتيب الطولى . والقنوات التي توجد فيها أعضاء الحس تفتح على السطح بثقوب صغيرة على مسافات . وفي قليل من الأسماك توجد ميازيب مفتوحة مكان القنوات .

وأعضاء الحس في جهاز الخط الجانبى هى أعضاء الحس الجانبية التى تتكون من حزم من الخلايا تشبه كثيرا فى مظهرها براعم الدوق . وكل خلية حسية طويلة لها استطالة تشبه الشعرة ، ويوجد بلا اختلاف « فوق الشعر » وتضم اطرافه كتلة من المواد الجيلاتينية تفرزها خلايا أعضاء الحس الجانبية التى تسمى الكؤيس (شكل ٣٤٨) . وأعضاء الحس الجانبية تمدها الأعصاب المخية ، وأغلب ما تكون على الرأس من العصب السابع أما باقى الجسم فمن العصب العاشر .

ولما كانت تراكيب مثل هذه لا توجد أبدا فى أجسامنا (إلا كما سنرى فى الأذن الداخلية) كان من الصعب علينا تحديد طبيعة الاحساسات التى تستقبلها . ويظهر أنها تستجيب بتحركات الكؤيسات ومن ثم انحناء «الشعر» نتيجة لاهتزازات الماء أو تياراته ومن ثم تساعد السمكة فى الحركة خلال الماء ، حيث تندر وجود علامات مرئية مميزة . وقد عاد كثير من الزواحف والثدييات إلى الحياة فى الماء ولكن هذا المساعد الحسى المقيد ما دام قد فقد من قبل فلن يعود أبدا .



شكل ٣٤٦ - قطاع فى جلد سمكة كاملة التعظم يبين قناة الخط الجانبى (١) تثقب مجموعة من القشور ويفتح على مسافات على السطح . ويتبع القناة عصب الخط الجانبى (٢) الذى يعطى أفرعا إلى أعضاء الحس (٣) . (٤) ثلاثية . (عن جودريش) .



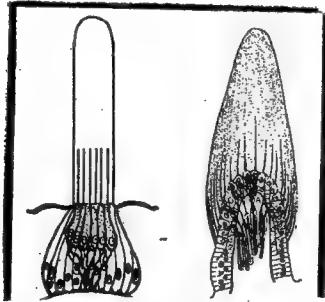
شكل ٢٤٧ - الجانب الأيسر لرأس قرش يبين قنوات الخط الجانبى
(خطوط متوازية) والأعصاب التى تمدها (سوداء) . الأعضاء الحفرية
غير مبينة . الفرع القمى للعصب السابع (١) . القناة اللامفكية (٢) . القناة
تحت الحجاجية (٣) . قناة الخط الجانبى الرئيسية (٤) . القناة الفكية (٥) .
القناة فوق الحجاجية (٦) . القنوات فوق الصدغية (أو القفوية) (٧) .
القناة الصدغية (٨) . الفرع الظهري للعصب المباشر (٩) . فرع الخط
الجانبى للعصب العاشر (١٠) . الفرع الفكى الخارجى للعصب السابع
(١١) . الفرع فوق الوجهى القلى للعصب السابع (١٢) . الفرع السمنى
للعصب السابع (١٣) . الفرع فوق الصدغى للعصب التاسع (١٤) . الفرع
فوق الصدغى للعصب العاشر (١٥) . (عن نوريس وهوج) .

الأذن

من المحتمل ان تكون الأفكار الأولى عن التشريح الأولى أو المظاهر
الوظيفية لأذن الفقاريات مضللة عندما نعتد على المظاهر المألوفة لأذن
الإنسان . فقد يميل الإنسان عندما نذكر كلمة الأذن الى التفكير فى صيوان
اذن الثدييات أو قد يفكر فى تجويف الأذن الوسطى خلف الطبلية مع ما تحتويه
من عظيمات . ولا توجد هذه التراكيب فى الأسماك ، لأن أساس تركيب
الأذن فى كل الفقاريات هو ذلك الخاص بالأذن الداخلية ، وهى التراكيب
الحسية المدفونة على عمق داخل مخفظة الأذن . ونحن نفكر فى السمع
كوظيفة رئيسية للأذن . ولكن كان السمع غير ذى أهمية الا لم يكن معدوما
فى أسلاف الفقاريات ، وكان التوازن هو الخاصة البدائية لمعضو السمع .

الأذن كمضو للتوازن : قبل أن نتكلم عن وظيفة السمع التى تزداد أهميتها كلما صعدنا فى السلم الحيوانى. لا بد لنا أن نناقش الأذن كمضو للتوازن وهى الوظيفة الرئيسية التى تبقى من غير تغيير نسبيا من السمكة للإنسان . والتوازن نوع من الاحساسات التى تتم بالأذن الداخلية وحدها ، أما بقية تراكيب الأذن المساعدة فكلها تتصل بالسمع ولا يعنينا الكلام عنها فى هذه اللحظة .

فى أسماك مختلفة ، وفى البرمائيات والزواحف ، تبنى الأذن الداخلية بنظام ثابت نسبيا تتصل فيه معظم التراكيب الموجودة بالتوازن (شكل ٣٤٩ ا - د) . ويتكون التيه الفشائى من مجموعة من الأكياس المفلقة والقنوات التى تقع داخل محفظة الأذن على كل من جانبيه حافظة المخ ، وهو يحتوى على سائل الليمف الداخلى الذى يشبه ذلك الموجود فى التجويفات البيئية . ويوجد عادة زوج من التراكيب الكبيرة الشبيهة بالأكياس تسمى القربة



شكل ٣٤٨ - أعضاء الحس الجانبية . على اليسار عضو من قناة الخط الجانبى وعلى اليمين العروق من القناة النصف هلالية . وفى كليهما تظهر الخلايا المدعمة والخلايا الحسية وللأخيرة استطالات تشبه الشعر تمتد داخل الكؤيس المرن الجيلاتينى . (جزئيا عن فولتون)

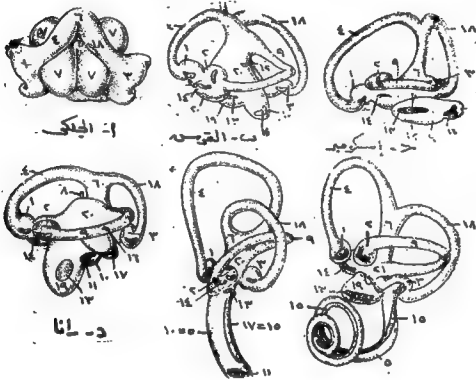
في الجهة الظهرية والكيس في الجهة البطنية . وتمتد منها عادة الى أعلى وإلى الداخل انبوبة رفيعة هي قناة الليمف الداخلي لتنتهي داخل حافظة المخ في كيس ليمفي داخلي . وفي كل من كيس الأذن الكبيرين توجد بقعة بيضاوية كبيرة تتكون من ثلاثية حسية تمتد افرع من العصب السمعي وهذه هي بقع القربة وبقع الكيس . ويتكون انخفاض يشبه الجيب في قاع الكيس وهذه هي القنينة التي تحتوى على بقعة قنينة صغيرة . والغلايا الحسية في هذه البقع (وطبعا في كل الاذن الداخلية) تشبه خلايا جهاز الحس الجانبي الموجود في جهاز الخط الجانبي بما فيها من استطلاات تشبه الشعر تنظر في المواد الجيلاتينية التي تقع فوقها . وتصبح هذه المادة في بقع القربة والكيس وغالبا في تلك التي في القنينة كذلك تركيبا سمكيا تترسب فيه بلورات من كربونات الجير تكون « حجر الأذن » أو عضو الاتزان (في الأسماك ذات الزعانف المشعة تكون اعضاء الاتزان تراكيب كبيرة تملأ تقريبا كل تجويف الحويصلتين) .

وتسجل بقع القربة وإلى درجة اقل كثيرا بقع الكيس والقنينة بواسطة انحراف عضو الاتزان والتواء شعيراته الحسية مكان الرأس والسرعة الطولية . ويوجد مثل هذه الأعضاء تقريبا في عدد من انواع اللافقاريات . ولا تستطيع ان تعطى بيانات عن حركات الالتفاف ؛ اذ ان هذه وظيفة مجموعة أخرى من الأعضاء هي القنوات النصف دائرية .

وتخرج هذه الأنابيب الدقيقة من القربة وتتصل بها بكتلتا نهايتها . وفي كل حيوان فقاري ذي فكوك توجد ثلاث من هذه القنوات يمتد كل منهما عموديا على الآخر ، ومن ثم تمثل المستويات الثلاثة في الفراغ . وتقع اثنتان منها في المستوى الراسي ، وهما : القناة الراسية الإمامية التي تتقوس الى الامام وإلى الخارج من السطح العلوي للقربة ، والقناة الراسية الخلفية التي تمتد الى الخلف وإلى الخارج . اما القناة الثالثة فتتمتد جانبيا . ولكل قناة من هذه الثلاث اتساع مستدير عند احدى نهايتها هو الأمبولة . وتوجد هذه الأمبولات في القنوات الراسية عند النهاية الخارجية والسفلية في الامام والخلف ، اما القناة الأفقية (ولسبب غير معروف بصفة خاصة) تقع أمبولتها في الامام . ويوجد داخل كل أمبولة منطقة حسية مرتفعة عادة تسمى بالعرف (شكل ٣٢٨) ، ونجد هنا ايضا الغلايا « الشعرية » الحسية الجانبية مطمورة اطرافها داخل الكؤيس ويظهر واضحا ان وظيفتها هي تسجيل حركات الالتفاف في مستويات الفضاء المختلفة . وازاحة السائل

الى واحدة او اكثر من القنوات يزيح الكؤيسات ويتبع ذلك التواء شعيراتها الحساسة .

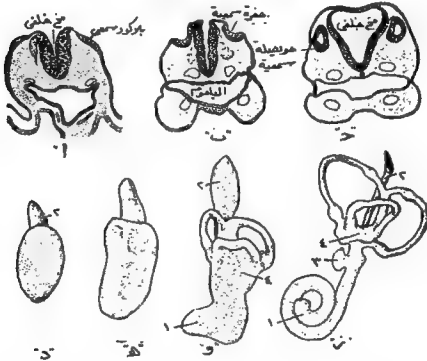
وبالرغم من حقيقة أن هذه الأعضاء الثلاثة للتوازن هي أساسا متشابهة في كل حيوان فقارى ذى فكوك فقد تحدث بعض التغيرات هنا وهناك .



شكل ٢٤٩ - التيه النشائى في أ - الجلكى . ب - القوس . ج - سمكة كاملة التعظم . د - صفة . هـ - طائر . و - بدي . وكلها مناظر خارجية للأذن اليسرى . المناطق الحسية مبنية (أ) في (أ) كان الفضاء شفاف . أمبولة القناة الأمامية (١) . أمبولة القناة الأفقية (٢) . أمبولة القناة الخلفية (٣) . القناة الراسية الأمامية (٤) . قناة القوقعة أو الحلزون (٥) . ساق الاتصال التى تتصل بها القناتان للرأسيتان (٦) . غرف في أذن الجلكى مبطنة بطلائية مهدبة (٧) . قناة أو مجرى الليمف الداخلى (٨) . القناة الأفقية (٩) . القنينة (١٠) . بقع القنينة (١١) . بقعة مهملة (١٢) . بقعة الكيس (١٣) . بقعة القرية (١٤) . عضد كورنى (١٥) . حلقات (١٦) حلقة قاعدية (١٧) . القناة الراسية الخلفية (١٨) . الكيس (١٩) . القرية (٢٠) . (عن رنزيس) .

وفي القروش مثلاً يكون الكيسيس والقرية جزئين من كيس مشترك ، في حين أن في الراى متصل القنويات فقط بقنوات ضيقة مع باقى الجهاز ، وينتهى عادة المجرى الليمفى الداخلى فى كيس متوسط الحجم داخل تجويف المنخ . ولكنه قد يمتد فى الضفادع على طول تجويف النخاع الشوكى . أما فى القروش فتتمدد القناة الى اعلى لتفتح على قمة الرأس ، وأكثر الحالات غير العادية توجد (كما فى باقى الأجهزة) فى دائريات الفم . وتوجد بالجلسكى قناتان نصف دائريتين : أما فى الجريئات فتوجد قناة واحدة . وكما هى الحال فى الفتحة الأنفية لا نستطيع أن تكون متاكدين هل الحالة فى دائريات الفم نهائية أو حالة منتهية .

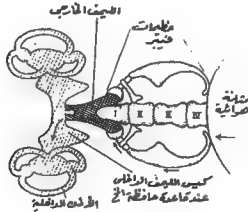
نشأة الأذن فى الفقاريات : من الناحية الجنينية تظهر الأذن الداخلية أولاً مثل أعضاء الخط الجانبى كتغلظات اكتودومية على كل من جانبي الرأس



شكل ٣٥٠ - اشكال توضيحية تبين تكوين الأذن الداخلية فى الثدييات ! - ج. قطاعات عرضية فى رأس جنين مبكر اذ ينغمد قرص اكتودرمى الى الداخل على كل جانب ليكون حويصلة سمعية . د - ز. أطوار متتالية فى تكوين الأجزاء المختلفة من النيه الششائى من الحويصلة السمعية . قنساء القوقعة (١) . قناة الليمف الداخلى (٢) . الكيسيس (٣) . القرية (٤) . (من ١ - ج. عن آرى من د - ز. عن هيس وبريمر) .

(شكل ٣٥٠) . ثم تنفرد هذه الى الداخل لتكون زوجا من الاكياس التي قد تبقى لبعض الوقت محتفظة باتصالها الخارجى (كما تعمل قنوات الليمف الداخلى فى القروش البالغة) . ومن الناحية المثالية ينقسم بعد ذلك كل كيس الى قرية وكيبس وتنشا من الاول ثلاث قنوات نصف دائرية منفصلة ومن الآخر تتكون تراكيب اخرى سنفصها فيما بعد .

وتوحى القصة الجنينية مع طبيعة النهايات الحسية فى الاذن - وهى التى تشبه تماما اعضاء الحس الجانبية الموضوعة خارجيا - بان الاذن الداخلية نشأت من الناحية التطورية كجزء متخصص عميق الغور من جهاز الخط الجانبى . وكما سنصف فى الفصل التالى فان الاعصاب المتصلة بكل من مجموعتى الاعضاء وثيقة الاتصال كما انهما مشتركان معا تماما من الناحية الوظيفية كذلك ، ويمدان السمكة بالجزء الاكبر من المعلومات التى تنظم حركتها .

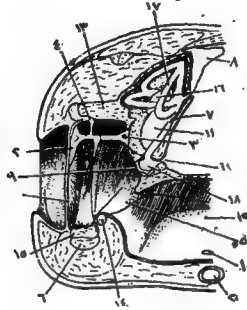


شكل ٣٥١ - منظر توضيحي لقطاع افقى للجزء الخلفى للرأس والجزء الامامى لجسم سمكة كاملة التعظم مع عظيما فيبر . تؤدي الاهتزازات فى القسم الامامى من المثانة الهوائية الى اهتزازات فى عدد من العظيما الصغيرة تنشئ بدورها موجات فى كيس الليمف الخارجى . وهذا ايضا يؤدى الى اهتزازات فى كيس الليمف الداخلى عند قاعدة حافة المخ . وتبين الاسهم ممر ارسال الاهتزازات . تدل الارقام على الفقرات التى اشتقت منها عظيما فيبر (عن شغانيلوف) .

السمع في الأسماك : ولو أن السمع ليس هو الوظيفة الأولية للأذن الداخلية إلا أنه من المحقق أن السمع موجود في الأسماك وخاصة بين الأسماك كاملة التعظم ، ولكنه من غير المحقق تحديد أية بقعة أو أكثر من البقع الحسية العديدة هي التي تختص بالسمع . وقد تكون بقع الكيس هي المستقبل الأساسي في معظم الحالات ، ومن المحتمل أن تشترك القننية ويقع القرية الأساسية . وثمة احتمال آخر هو البقعة المهيمنة (شكل ٣٤٩ ب، ج) وهي بقعة صغيرة حسية في قرية كثير من الأسماك وفي الفقاريات الأرضية الدنيا .

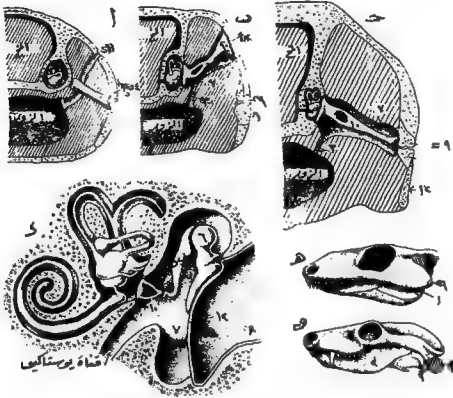
ومع أنه لا يوجد للأسماك جهاز الأذن الوسطى الذي تستعمله الفقاريات الأرضية في استقبال الاهتزازات الخارجية وتحويلها إلى علاقات وظيفية مع المناطق الحسية في الأذن الداخلية ، فإن عدداً من مجاميع الأسماك كاملة التعظم قد كونت مستقلة تراكيب مشابهة . ومن ثم فهناك مجموعة تضم الأسماك القلبية مئوس والكارب (استرايوفيزاي) تستعمل المثانة الهوائية كقرنة رنين ، وتحمل الاهتزازات إلى الأذن مجموعة من العظام الصغيرة تسمى عظيمات فيبر تنشأ من الفقرات الأمامية والضلع (شكل ٣٥١) .

الأذن الوسطى والخارجية في الرهليات : السمع حاسة مهمة في رباعيات القدم ، ولكن الصوت الذي يسمع هو عبارة عن مجموعات هوائية ضعيفة تستطيع عادة أن يكون لها تأثير ضعيف مباشر في أحداث اهتزازات في الليمف الداخلي في الأذن الداخلية . ومن ثم كان ضرورياً وجود تصميمات لتضخيم هذه الموجات وحملها إلى الأذن الداخلية . وقد تكنت مثل هذه التصميمات كما يظهر في رباعيات القدم المبكرة جداً ، وقد احتفظ بها مع تغيير طفيف في بعض الزواحف كالعظايا « السحالي » (أشكال ٣٥٢ ، ٣٥٣ ا - ج) . والعناصر المستعملة هي فتحة التنفس الخيشومية والعظم اللامي الفكى ولا يفتح جيب التنفس الخيشومي للجنين على السطح ، ويتكون من منخفض السطح المقابل سماح الأذن الخارجية . أما الفشاء الرفيع بين هذا المنخفض والجيب فيصبح طبلة الأذن أو الفشاء الطبلي الذي يلتقط اهتزازات الهواء . ويصبح الجيب تجويف الأذن الوسطى واتصالها مع الزور يسمى « بوق يوستاكوس » ، ويغير العظم اللامي الفكى في الأسماك وظيفته ليصبح الركاب



شكل ٣٥٢ - منظر خلفي للجهة اليسرى لرأس سحلية يبين الجهاز السمعي . انخفاض خارجي يؤدي الى الطبلية (١) . ومن داخل الطبلية يرى الركاب ينقسم الى قسمين: العميد الرائد (٢) والعميد والركاب (٣) . استطالات من الاول تتحرك مفصليا من اعلى مع الجمجمة (٤) . ومن اسفل مع العظم المربعي امام تجويف الاذن الوسطى . ويفتح هذا التجويف بيبوق يوستاكوس المتسع (٥) الى الحلق . الاذن الداخلية مبينة بطريقة توضيحية . الاختصارات الأخرى : العظمة المفصلي للفك الأسفل (المطرقة) (٦) . الحائط الداخلي للمحفظة السمعية (٧) . كيس الليمف الداخلي (٨) . الكوة المستديرة (٩) . الزمار (١٠) . قنينة (١١) . قناة الليمف الخارجى تصل الاذن الخارجية بتجويف المخ (١٢) . النتوء جار المؤخرى للمنطقة الأذنية (١٣) . العظم الجناحي (١٤) . المربعي (= مستندان) (١٥) . كيس (١٦) . القنوت الهلالية (١٧) . مكان كيس الليمف الخارجى (١٨) . اللسان (١٩) . قسبة هوائية (٢٠) . (من جودريش . بعد فيرسلوس) .

الشبيه بالمصى أو العميد، وهو يعبر تجويف الاذن الوسطى من الطبلية الى فتحة من خلال المحفظة السمعية الى الاذن الداخلية وتسمى هذه الفتحة بالكوة البيضية



شكل ٣٥٢ - أشكال توضيحية تبين تطور الأذن الوسطى والعظمية السمعية - قطاعات توضيحية في منطقة الأذن في الرأس . ١ - سمكة . ب - برمائي بدائي . ج - زاحف بدائي . د - ثديي (مبين منطقة الأذن فقط) . هـ - منظر جانبي للجمجمة لفقاري برى بدائي . و - زاحف شبيه بالثدييات . يبين إزاحة طبلة الأذن من الحفرة الأذينية للجمجمة الى المنطقة المفصليّة للفكين .

المفصلي (١١) . السني (٢١) . بوق يوستاكوس (٢) . اللام الفكّي (٤) . السندان (٥) . المطرقة (٦) . تجويف الأذن الوسطى (٧) . تجويف الأذن الخارجى (٨) . المربعى (٩) . الركاب (١٠) . التنفس (١١) . غشاء الطبلية (١٢) . (عن رومر) .

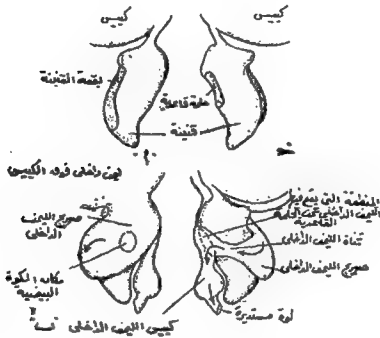
وهي لهذا تحمل الاهتزازات التي تلتقطها الطبلية الى سوائل الأذن الداخلية ، ومن ثم الى ما تحويه من تراكيب حساسة . ويرجع الانتفاع بالعظم اللامي الفكّي في وظيفته الجديدة الى انه غير محتاج اليه في حمل الفكوك - كما وصفنا في مفصل متقدم - وهو مع ذلك قد يحتفظ باستطالة تتصل مع منطقة العظم المربعى في الاتصال المفصلي للفكين . وقد يتكون الركاب كما

في العظام « السحلية » (شكل ٣٥٢) من قطعتين أو أكثر ويكون استطلاات أخرى تتصل بالجمجمة أو القوس الامية . وتشبه الأذن الوسطى في الطيور تلك الموجودة في الزواحف .

وتصبح تراكيب الأذن الخارجية واضحة للمرة الأولى في الثدييات ؛ إذ يوجد الصماخ الخارجى الأنبوبى العميق كما يوجد غالبا صيوان الأذن البارز الذى قد يصبح ذا فائدة في جمع الموجات الصوتية . والتفسير الأساسى الأكثر تقدما هو فيما يختص بتجويف الأذن الوسطى (شكل ٣٥٣ د) . وهنا توجد بدلا من عظمة واحدة مجموعة من ثلاث عظيمات سمعية متصلة مفصليا تؤدي من طبلة الأذن الى فتحة بيضاوية . وهذه العظيمات هى المطرقة والسندان والركاب (مطرقة النجار أو الحداد وسندان الحداد وركاب السرج) . ومنشأ هذه المجموعة من العظيمات كان موضوع جدل طويل . وكان يظن في وقت من الأوقات أنه ولا بد وأن تكون نتيجة لانقسام عظم واحد في الزواحف . ومع ذلك فقد كشفت علوم الأجنة والتشريح المقارن وعلم الحفريات مشتركة القصة الحقيقية . فالعظم الداخلى (الركاب) ولو أنه قصير جدا إلا أنه يساوى كل الجهاز الركابى في الزواحف . أما العظمان الآخران فهما يشبهان عظمتى المفصلى والرعى اللتين يكونان في الفقاريات الدنيا مفصل الفك . ولقد كونت الثدييات جهازا مفصليا جديدا للفك ، أما تراكيب المفصل القديم فقد خصصت لفائدة جديدة ، وتقع طبلة الأذن في الزواحف ملاصقة لمفصل الفك أما العظم المفصلى فقد بقى متصلا بها وأصبح المطرقة . كما أن العظم الرعى الذى يتصل بالمفصلى من جهة وبالركاب (وهو اللامى الفكى القديم في الأسماك) من جهة أخرى فقد احتفظ بهذه الاتصالات كسندان . وهذه العظام هى أصلا عناصر فاصل خشبى ، وتعطى مثالا جيدا للتغيرات في الوظيفة التى تستطيع أن تنتهجها التراكيب المشابهة . فوسائل التنفس أصبحت وسائل للتغذية وأخيرا أصبحت وسائل سمعية .

الأذن الداخلية في الزواحف : (أشكال ٣٥٤ ، ٣٥٥ ب ، ٣٥٦ أ) في رباعيات القدم توضح أجزاء الأذن الداخلية المخصصة للتوازن تغيرا بسيطا . فالجهاز السمعى يتكون بالتدريج الى تراكيب تكتسب مثل هذا الحجم . وهذه الأهمية . حتى أن المناطق القديمة في الإكياس والقنوات تسمى غالبا (بالتقريب) دهليز الأذن الداخلية .

ويحدث هذا الاتساع في منطقة القنينة . وتبقى بقع القنينة في رباعيات القدم ماعدا الثدييات فوق مستوى وحيدة المخرج ولكنها غير مهمة . وتكون هنا منطقة حساسة ثابتة - الحلمات القاعدية - وهي أعضاء السمع في رباعيات القدم التي تستقبل الاهتزازات الآتية اليها من الخارج بواسطة الركاب .



شكل ٣٥٤ - الأذن في جنين متأخر لسطحية (لاسرما) . ١ - الأذن اليسرى منظر جانبي للتيه الفشائي في قاع الكيس وللقنينة . ب - نفس الشيء مبين بالإضافة إلى جهاز اللبف الخارجي . ج - عدد مناظر وسطية تقارن مع أ . ب على التوالي . تدل الأسهم على ممر الاهتزازات من الركاب إلى الحلمات القاعدية ثم إلى « الكوة المستديرة » في النهاية البعيدة خلف قناة اللبف الخارجي .

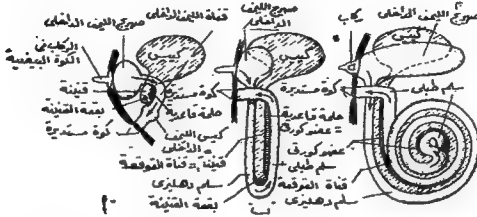
وبين جدر محفظة الأذن والاكياس وقنوات جهاز اللبف الداخلي توجد تجويفات تعبئها أجبال من نسيج ضام وممتلئة بسائل ثان للأذن هو حول اللبف (اللبف الخارجي) ١ شكل ٣٥٥ . في رباعيات القسدم يتكون في اللبف الخارجي جهاز توصيل هو الحلقة الأخيرة في نقل الاهتزازات إلى الحلمات القاعدية . ويأتي الركاب بالاهتزازات إلى الفتحة البيضاء .



شكل ٣٥٥ - أ - تخطيط لقطاع في حافظة الاذن لسكة تبين فراغ الليفم الخارجى يحيط بالتيه الفشائى الذى يحتوى على الليفم الداخلى .
ب - تخطيط مشابه لارباعيات القدم الذى به جزء من منطقة الليفم الخارجى (الاسهم) متخصص ليقود الصوت من الفتحات البيضاء الى وبعد المنطقة السهمية الحساسة . البقع مظلة تظليلا داكنا . (عن بيرلت) .

وداخل هذا يتكون صهرج الليف الخارجى الكبير الذى يعمل ضده الركاب اشكال ٢٥٤ . ٢٥٥ ب ، ١٢٥٦ . وتحمل الاهتزازات التى تستقبل هنا الى قناة ممثلة بالليف الخارجى حول القنينة ثم الى حافتها الخلفية : وتقع القناة فى هذه النقطة تحت الحلمات القاعدية ومنفصلة عن السطح السفلى لخلاياها الحية بنشاء مرن قاعدى فقط . وتهيىج اهتزازات هذا النشاء الخلايا الشعرية فى الحلمات . وفى النهاية . وفى هذا الطريق اللأثرى نصل الى العضو الحسى . وهذا الوضع - تركيب سمعى حى يهيجه اهتزازات النشاء عند قاعدته - صفة اساسية فى تركيب الجهاز فى كل الرليات . وسنجدها معادة ومن الممكن وصفها بنفس الكلمات فى الطيور والثدييات .

والنقطة الأخيرة هنا أنه لا بد من وجود تصميم للأفراج عن الاهتزازات، ومن الطبيعي أن يكون موجودا عند النهاية البعيدة لقناة الليمف الخارجي . وكانت بداية العظام الأولى كيس ليمف خارجي يبرز داخل المخ . ويوجد في أغلب رباعيات القدم مع ذلك تكوين أكثر تقدما . نافذة مستديرة - الكوة المستديرة تتكون في جدر الحافظة الأذنية مواجهة لتجويف الأذن الوسطى ، ويهتز غشاء هنا مع المؤثرات المستقبلية خلال الفتحة البيضاوية عند الطرف الآخر من الليمف الخارجي .



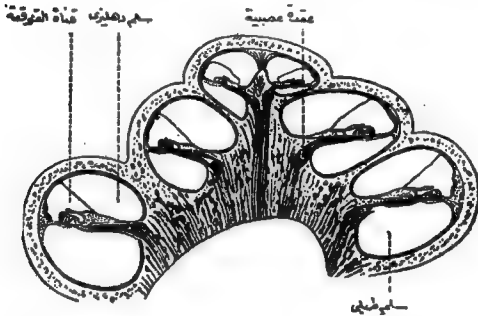
شكل ٣٥٦ - قطاعات توضيحية في منطقة الكيس تبين تطور القوقعة .
 أ - زاحف بدائي مع حلمة قاعدية صغيرة بجوار قناة الليف الخارجي .
 ب - التماسيح أو الطيور . استطالات القنينة لتكون قناة القوقعة والعضو الحساس القاعدي معها . وتتبع قناة القوقعة في استطالتها قناة الليف الخارجي . ج - نموذج الثدييات . القوقعة تستطيل أكثر وتلتف بطريقة فيها اقتصاد في التجويف .

تكوين القوقعة (شكل ٣٥٦) . وقد هذبت كل من الطيور والثدييات كثيراً قدرتها على السمع بتكوين القوقعة . وتوضح التماسيح طريقة تكوينها . وتدخل ثلاث تراكيب في هذا التكوين - القنينة وقناة الليف الخارجي والحلمة القاعدية . وتمتد القنينة إلى أنبوبة طويلة يملأها طبعا الليف الداخلي ، وهذه هي قناة القوقعة (أن السلم المتوسط -) . وتمتد كذلك الحلمة القاعدية إلى تركيب طويل يمتد على طول قناة القوقعة كمضو كورتى وتطول قناة الليف الخارجي تحتها بطريقة مماثلة لتصبح عقدة مزدوجة . والجزء من العقدة الذي يؤدي إلى الداخل من الشباك البيضاوى (في الجزء الدهليزي من الأذن) يسمى السلم الدهليزي . والفرع البعيد الذي يؤدي إلى الشباك المستدير (والذي تغطيه الطبلة) يسمى السلم الطبلي والأنابيب الثلاث - قناة القوقعة الممتلئة بالليف الداخلي والسلمين الممتلئين بالليف الخارجي ، تضغط كلها مع بعض لتكون القوقعة البدائية .

وتختلف قوقعة الطيور عن تلك الخاصة بالتماسيح وخاصة في الاستطالة الكبيرة لهذا التركيب . ولا تزال توجد في الثدييات استطالة أكبر لهذا الجهاز

المثلث الاناييب . وكما يدل الاسم يلتف في الثدييات الى حلزون انيق لتحفظ به داخل حدود محفظة الاذن .

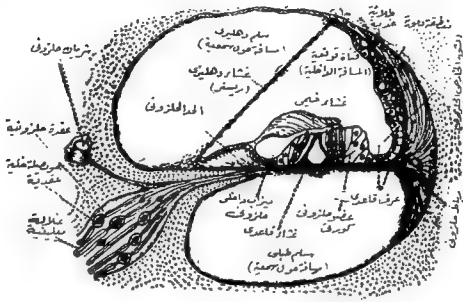
ولا نستطيع هنا ان نناقش بالتفصيل التركيب الميكروسكوبى المعقد لعضو كورتى (شكل ٣٥٧ ، ٣٥٨) الذى يشتمل على جهاز معقد من انواع الخلايا الحساسة والخلايا المدعمة وتنطيه طبقة غشائية . ويقع تحت هذا العضو عنصر مهم هو الغشاء القاعدى . وكما في رباعيات القدم الدنيا يكون اهتزاز هذا الغشاء بالموجات التى تصله عن طريق جهاز الليمف الخارجى هو المسئول عن تنبيه عضو كورتى .



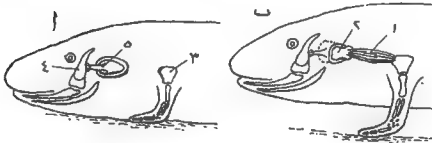
شكل ٣٥٧ - قطاع توضيحي في قوقعة حيوان ثديى (عن فينترى وكوردي) .

ويظهر أن السبب الوظيفى لاستطالة الحلمة القاعدية هو للتمييز بين الأصوات المختلفة الدرجات . ويتدرج الغشاء في الاتساع على طوله ، وعلى ذلك يصبح حساسا لأطوال الموجات على الأجزاء المختلفة من امتداده .

الاذن في البرمائيات : لقد حذفنا في كل ما ذكر أى مرجع عن تركيب الأذن في البرمائيات المعاصرة لأن الحالة في هذه الحيوانات ليست بدائية

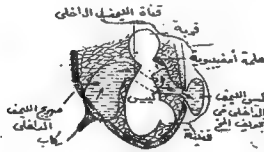


شكل ٣٥٨ - قطاع مكبر جلد في قوقعة حيوان ثديي لا يوضح تفاصيل عضو كورني (قارن شكل ٣٥٧) (من روش وفولتون) .



شكل ٣٥٩ - أشكال توضيحية تبين ميكانيكية الاتصال بين الخارج والاذن الداخلية في البرمائيات الذيلية . ١ - نوع مائي فيه الركاب أو العويبود يلتقط الاهتزازات بواسطة اتصال رباطي مع العظم القشري .
ب - نوع فيه الركاب غامر والنفاء يلتقط الاهتزازات الأرضية من خلال اتصال عضلي مع الحرام الكتفي . عضلة النفاء (١) . النفاء (٢) . اللوح القشري (٣) . الركاب (٤) . (من كينجزيرو وريد) .

عموما ولكنها متخصصة كما يظهر انها متحطة في أغلب الحالات ومختلفة جدا. وهناك أربع نقاط فقط تستحق الذكر (١) الطلبة وتجويف الاذن الوسطى غير موجودين غالبا ، (٢) الركاب ضامر غالبا أو غير موجود ، (٣) عظيمة ثنائية ، (غطاء) يوجد غالبا في الشباك المفتوح (٤) الحلمة القاعدية غالبا غير موجودة وحلمة برمائية خاصة تقوم بوظيفتها بدلا منها .



شكل ٣٦٠ - قطاع توضيحي في الاذن الداخلية في السلاندر الحلمة القاعدية غائبة هنا ولكنها توجد بالإضافة الى الحلمة الأمفيبيورية في البرمائيات عديدة الدليل . (عن بيرلت) .

لكثير من الضفادع طلبة اذن وركاب تام التكوين ، ولكن الطلبة وتجويف الاذن الوسطى غائبين في بعض البرمائيات اللاذلية وفي كل أعضاء الرتيبين الآخرين . ولكي يصبح السمع مسطاعا في هذه الحيوانات لا بد من استعمال عينات أخرى من الالتقاط كذلك الموشحة في شكل ٣٥٩ ، الفطاء عبارة عن صفيحة مفلطحة وهو كما يظهر عقدة منفصلة من حائط الحافظة التي تنطبق في الشباك البيضاوى بمصاحبة الركاب ، او في البرمائيات الليلية حيث لا يوجد الركاب يشغل الفطاء كل الشباك البيضاوى . وتستبقى الضفادع في الاذن الداخلية (شكل ٣٦٠) الحلمة القاعدية ، ولكنها غير موجودة في البرمائيات الليلية ، وفي كلتا الحالتين توجد منطقة حساسة خاصة تسمى حلمة البرمائيات التي يظهر انها تلعب دورا أساسيا في السمع في هذه الطائفة من الفقاريات . وكانت التراكيب السمعية على ما يظهر في طور تجريبي لاسلاف رباعيات القدم . وكما هي الحال في الصفات الأخرى اختارت اسلاف البرمائيات الحديثة مجموعة ذات ميزات أقل تقدما في تطور الاذن من تلك الموجودة في 'قربانها' القدامى التي أعطت الرهليات .

الفصل السادس عشر

الجهاز العصبي

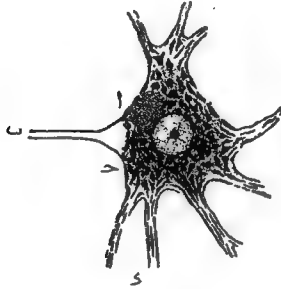
تستقبل الخلية المفردة نفسها في البروتوزوا (الحيوانات وحيدة الخلية) الاحساسات وتستجيب لها. أما الحيوانات الميتازوا (عديدة الخلايا الراقية فتميل الى درجة متزايدة في التمييز بين خلايا متخصصة في استقبال الاحساسات (المستقبل) وذلك التي تؤدي الاستجابة اللازمة (المحدثة) . وقد تبقى العلاقة بين هذين النوعين من الخلايا في الحيوانات الدنيا بسيطة نسبيا . وتنبه الخلايا المستقبلية بنشاطها الفيزيقي والكيميائي جيرانها لتستجيب ، وتبقى مثل هذه الطريقة البدائية في التأثير حتى في الفقاريات ممثلة في انتشار او دوران الهرمونات . ولكن في اغلب الميتازوا نجد في الجهاز العصبي وسيلة خاصة سريعة مباشرة لاستقبال المؤثرات .

وقد يكون هذا الجهاز في الميتازوا البدائية ، مثل الجولمعويات ، عبارة عن شبكة من الخلايا والالياف تنتشر بين الانسجة . ولكن في معظم الحيوانات - والى درجات متفاوتة من التعقيد - يكون الجهاز العصبي أكثر رقيا في التنظيم مع جذور عصبية ومراكز يتم فيها نقل المؤثرات بين الالياف . ويظهر في معظم المجموعات مركز بسيط - مخ - من أي نوع ، ويقع المخ في المقدمة في الفقاريات بالقرب من أعضاء الحس الكبرى مع حبل عصبي أجوف واحد ظهري هو الحبل الشوكي الذي يمتد الى الخلف على طول الجسم . ويكون المخ والحبل الشوكي الجهاز العصبي المركزي . ويخرج منهما عدد من الاعصاب الزوجية توجد عليها عقد (تجمعات من الخلايا العصبية) ، وهذه الاعصاب والعقد تكون الجهاز العصبي الطرفي . "

العناصر التركيبية

الخلية العصبية : يحتوي الجهاز العصبي على عديد من اجسام الخلايا ، ولكن الأكثر وضوحا هي حزم من الالياف الرفيعة الطويلة التي تكون الكثير من حجم الجهاز ، وقد كان يظن في وقت من الاوقات ان الالياف واجسام الخلايا كانت مستقلة بعضها عن بعض . وقد أصبح الآن واضحا ان هذه ليست الحال ، وان الالياف عامة هي استطلاات من الخلايا وليست

تراكيب مستقلة ، وأن الوحدة الأساسية للجهاز العصبى هي الخلية العصبية وتتكون كل منها من جسم الخلية وتنوعات طويلة أو قصيرة .



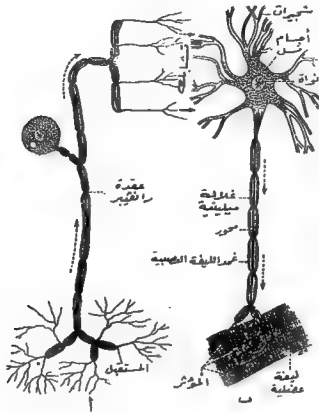
شكل ٣٦١ - جسم خلية من خلية عصبية حركية من النخاع الشوكى لثور . (ا) كتلة من الصفيات . وعند (ب) توجد الزائدة المحورية ، منطقة من السيتوبلازم الراقق (محور هيلوك) (ج) عند قاعدتها . الاستطالات الباقية (د) هي الشجيرات . كثير من السيتوبلازم ممتلئ بكثير من المواد الملونة ، اجسام نسل . وتحتوى النواة الكبيرة على مجموعة واضحة من الكروماتين ، النوية . (هـ هريك بعد فون لتهويك) .

وتوجد اغلب اجسام الخلايا داخل الجهاز العصبى المركزى . والشكل نجمى غالبا لوجود عدد من الزوائد . وتظهر التحضيرات الميكروسكوبية مع الصبغة المناسبة تراكيب مميزة مختلفة فى البروتوبلازم مثل ما هو مبين فى شكل ٣٦١ . والاكثر وضوحا هي اجسام نسل التى تحتوى على كمية كبيرة من الحمض النووى ، ويدل هذا على أن جسم الخلية هو « مركز التصنيع » ، لكل الخلية العصبية ، وأن المواد التى تتكون هنا تذهب الى الزائدة المحورية والزوائد الاخرى . وفى الحيوان اليافع توجد ادلة ضعيفة جدا على انقسام الخلية العصبية ويدل هذا على خاصية من خصائص

الجهاز العصبي ، وهي أن التركيب العام للخلايا العصبية يتم حوالي وقت الولادة أو الفقس . وتبعاً لذلك (ولو أن زوائد الخلايا قد تتجدد) إذا تلفت خلية عصبية نتيجة لضرر أو مرض كان معنى هذا فقداناً دائماً لها .

الألياف العصبية : تمتد من جسم الخلية العصبية زوائد رفيعة تختلف كثيراً في توزيعها وأطوالها ، وغالباً ما يظن أن الخلايا العصبية المشالية هي التي تنتشر في عضلات الجسم المخططة (شكل ٣٦٢ أ) . ولهذه الخلايا العصبية الحركية زوائد قصيرة ورفيعة وعديدة ومتفرعة تحمل المؤثرات إلى الداخل إلى جسم الخلية ، وتسمى هذه الزوائد بالشجيرات ، وذلك لأن منظرها يشبه الشجرة . ويوجد محور واحد سميك نسبياً وطويل ، وقد يكون طوله في الحيوانات الكبيرة عدداً من الياردات ، وهو يحمل المؤثرات بعيداً عن منطقة جسم الخلية . وثمة نوع ثان عام وهو ذلك الخاص بالخلايا العصبية الواردة التي تحمل المؤثرات الحسية إلى الداخل إلى الجهاز العصبي المركزي (شكل ٣٦٢ ب) . وتؤدي هنا الزائدة الطويلة من منطقة الاستقبال إلى جسم الخلية المجاورة للجبل العصبي ، وكما توجد أيضاً زائدة طويلة ثانية تدخل الجبل العصبي تشبه في تركيبها محور الخلية العصبية الحركية .

ومن الناحية الوظيفية أهم جزء في الليفة العصبية الكبيرة هو جزؤها الوسطى أو الاسطوانة المحورية وهي استطالة من البروتوبلازم مستمرة مع جسم الخلية . ومظهرها متماثل في المواد غير المصبوغة . ومع ذلك تبين الصبغات المناسبة أو الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني وجود عديد من الألياف العصبية الصغيرة الطويلة التي تشبه الخيوط . وباستثناء دائريات الفم تكون كل الألياف إلا الصغيرة جداً ، سواء أكانت مركزية أو طرفية مغطاة بغمد ميليني من مواد دهنية ، وعندما تتكون هذه الغلالة تماماً تغطي مظهرها براقاً لامعاً للألياف ، وفي بعض الحالات (كما في الألياف خلف المقعدة ، في الجهاز العصبي الذاتي الذي سيوصف فيما بعد) تكون الغلالة رفيعة ، أو قد تنتشر غلالة واحدة لتغطي عدداً من الألياف الصغيرة . وفي مثل هذه الحالات لا تلاحظ بالطبع مثل هذه الغلالة ، ومن ثم نعتبر (خطأ) أنها غير موجودة . وفي حالة الألياف داخل النخاع الشوكي أو المخ تفرز العناصر الخلوية المدعمة القريبة غلالة كاملة . وفي الألياف الطرفية تتكون الغلالة من خلايا غلالية خاصة (خلايا شوان) وهي التي تلف نفسها حول الأجزاء المقعدة للاسطوانة المحورية بطريقة تشبه لفة الجيلاتين إلى حد ما .



شكل ٣٦٢ - نوعان من الخلايا العصبية: أ - خلية عصبية (حسية) واردة من الأعصاب الشوكية والمحجة . استطالة تشبه المحور تمتد من المستقبل الحسي الى جسم الخلية في عقدة عصبية شوكية ومنها الى الحبل العصبى حيث يحدث التفرع . ب - خلية عصبية (حركية) صادرة وجسم الخلية في الحبل ومحور طويل (مختصر هنا في الشكل) يمتد حتى المؤثر (ليفة عضلية) . (عن ميلارد ، كنج وشوير) .

(الا ان الالياف عديدة ورفيعة جدا) . وفي المسافات بين مناطق خلايا شوان المثالية تقاطع الغلالة الميلينة في الالياف الطرفية حيث توجد عقد رانفيير ويوجد في الالياف خارج الجهاز العصبى المركزى غطاء آخر مستمر جامد وغير مرن يسمى غمد الليفة العصبية الذى يتكون ايضا من الخلايا الغلالية .

واذا قطعت ليفة يتلاشى الجزء البعيد عن التقطع وقد تظهر على المنطقة القريبة وجسم الخلية مظاهر الضرر . وتتجدد الالياف الطرفية

غالباً وتتم من عقب الجزء المقطوع المتصل بجسم الخلية ، ويساعدها كما يظهر في اتخاذ نفس الطريق السابق وجود الخلايا الغلافية التي كانت تحيط بالأسطوانة المحورية السابقة . وقد يساعد قطع حزم الألياف تجريبياً في المخ والحبل الشوكي وعن طريق الصفات المميزة للألياف المتداعية في تتبع العمل الصعب الذي تقوم به التراكيب « السلكية » المتعددة للجهاز العصبي .

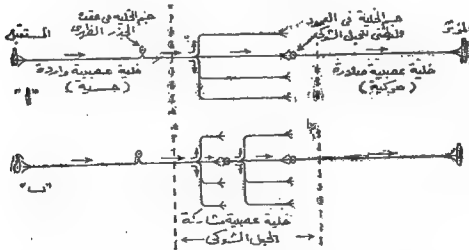
ويميل الإنسان بالمائلة الى مقاومة الإرسال العصبي بـ « إلهاء » الكهرياء ، ويمكن توضيح ذلك بأنه ما دام التأثير العصبي يسير في « ليفة » يوجد تغير وقتي في الجهد الكهربى على سطح « الليفة » « موجات من التهرب » تسير عبر الفشاء وتحدث تغيرات افضية سريعة متتالية داخل الاسطوانة المحورية ، وتشبه هذه التغيرات تلك التي تحدث في انقباض العضلات مسببة انطلاقاً سريعاً للطاقة . ومع ذلك فإن السيل العصبي سريع الا انه لا يمكن أن يقارن بسرعة الكهرياء . وتصل السرعة الى حوالى ١٠٠ ياردة في الثانية في أسرع الألياف الفقاريات الثديية ، أما المجموعات الدنيا ، فإن السرعة أبطأ في متوسطها من ذلك ، ومن الواضح انه في الحيوانات الكبيرة (مثل الفيل) فإن الوقت الذى يمضي بين استقبال المؤثر والاستجابة له حتى في أبسط الأفعال الانعكاسية قد يجعل الترتيب بين الاثنين صعب .

وقد نذكر هنا باختصار أعظم صفات السيلات العصبية . وليس للسيل اسم ولا نوع ، وتعتمد طبيعة الاحساسات التى يشعر بها المخ على المراكز التى تستقبلها ، وليس على الاختلافات في نوع السيلات المستقبلية ، وهل في الامكان تغيير شبكة الأسلاك ، فابة سيلات من الأنف على سبيل المثال قد تعطى تأثيراً صوتياً اذا استقبلتها المراكز السمعية . ولليفة العصبية القدرة على نقل السيلات في أى الاتجاهين . والإرسال في اتجاه واحد موجود طبيعياً نتيجة للنظام الذى تتصل به الألياف ، فالخلايا العصبية من الناحية التشريحية موجهة . وكما هى الحال في انقباض الألياف العضلية فإن السيل العصبي هو ظاهرة « الكل أو لا » . ومع ذلك فقوة السيلات تختلف عموماً في الأعصاب . وقد يوجد اختلاف في عدد الألياف الفردية التى تتسائر . وأبعد من ذلك فإن السيلات لا تأتى بالطبيعة مفردة وقد يكون التسارع السريع للسيلات (كما بينا من قبل) له التأثير المتجمع على « لوفة » عضلية على سبيل المثال .

الاشتباك (سينابس) : لا يمكن أبداً ان تقيس المسافة الكلية بين مستقبل حسي ، يدفع بالسيلات الحسية ، والعضلة او الغدة التى تتأثر به

بخلية عصبية واحدة : إذ أن التأثير يحدث عن طريق سلسلة من الخلايا العصبية : ودائماً ما تكون خليتان أو أكثر في الغالب . ونقطة الوصل بين خليتين متتاليتين تسمى بالاشتباك . وتوقيت السريان العصبي يبين أن عبور مسافة الاشتباك تستغرق مدة محددة تقدر بجزء صغير جهداً من الثانية . وهناك نظريات مختلفة عن طريقة عبور هذه الاشتباكات . ويعتقد أحد العلماء أنها كهربية عبارة عن « شرارة » تعبر المسافة ، كما يعتقد آخر - وهذا الرأي الأكثر قبولا الآن - أنها كيميوية ، إذ تعطى الألياف كميات دقيقة من المواد - عادة أستيل كولين - تؤثر في « الليفة » الثانية . وفي بعض المواضع الطرفية أصبح معروفاً تماماً أن مواد كيميوية مثل - الخلط العصبي تتكون حقيقة ، ولكن الأمر لا يزال أقل وضوحاً في الجهاز العصبي المركزي.

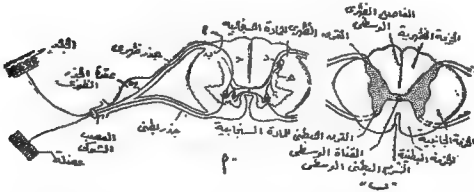
القوس الانعكاسي (شكل ٣٦٣ ، ٣٦٤) قبل أن نناقش التراكيب الأكثر تعقيداً لا بد أن نذكر الطبيعة العامة للنوع البسيط من العمل العصبي، وهو المسمى بالانعكاس الذي يشاهد في بعض الحالات مثل سحب الرجل العارية من غير تفكير ، وذلك مثل تصرف الإنسان عندما يبطأ مسامراً أو مثل سحب الأضبع عندما يلمس موقداً ساخناً . وهنا يلتقطثر تأثير حسي من الجلايا المستقبلية أو أطراف الألياف الصغيرة ويتجه إلى الجهاز العصبي المركزي بليفة عصبية طويلة واردة أو حسية . ويقع جسم الخلية في الخلية العصبية الحسية التي تتبعها مثل هذه الليفة في عقدة ملاصقة للجبل



شكل ٣٦٣ - شكل توضيحي يبين الانعكاسات البسيطة . المساحة الواقعة بين الخطوط المنقطعة هي جزء من قوس يقع داخل الجبل العصبي (قارن شكل ٣٦٤) . ١ - القوس الانعكاسي ذو خليتين عصبيتين . ب - حشرت خلية عصبية مشاركة تزيد من عدد الممرات المحتملة .

الشوكى أو المخ ، ولكن الليفة تستمر مباشرة تاركة المقعدة الى الجهاز العصبى المركزى ، وهنا تتفرع طبيعيا لتتشابك مع مجموعة كاملة من الخلايا العصبية وتؤثر فيها . وعلى العكس قد تستقبل كل من هذه الخلايا العصبية مؤثرات من الياف واردة حتى أن كمية كبيرة من التفاعلات قد تحدث بين المؤثرات والمستقبلات.

وفى أبسط الأفعال الانعكاسية قد تكون الخلايا العصبية المثارة هنا صادرة وعادة خلايا عصبية حركية توجد أجسام خلاياها فى الحبل الشوكى إلى المخ وتمتد محاورها الطولية الى الخارج الى الأعضاء المتأثرة (عادة ألياف عضلية) . ولكن حتى الانعكاس البسيط قد يكون عادة أكثر تعقيدا بدرجة واحدة ويتكون من سلسلة من ثلاث خلايا عصبية . ولا تتشابك الألياف الواردة عادة مباشرة مع الخلايا الحركية ، ولكن مع الخلايا العصبية المشاركة التى توجد كلها فى الجهاز العصبى المركزى ، وترسل هذه مثل الألياف الواردة أفرعا تتصل مع عديد من الخلايا الحركية .



شكل ٣٦٤ - أ شكل توضيحي للحبل الشوكى والعصب فى الثدييات .
يبين الممرات فى القوس الانعكاسى . ليفة حسية تدخل عن طريق الجذر الظهرى وقد ترسل أفرعا (أ ، ب) أعلى وأسفل الحبل الشوكى . وفى مستويات مختلفة قد تتصل الليفة الحسية مع الخلية العصبية الحركية فى نفس الجانب (د) أو مع الخلايا العصبية المشاركة (هـ) . ب - قطاع توضيحي فى الحبل الشوكى فى الثدييات يبين توزيع المادة البيضاء والمادة السنجابية والحزم . (من جاردنر) .

وهذه تضاعف عدد الاستجابات المحتملة لمؤثر حسي ، وعلى العكس ، عدد المؤثرات الحسية التى قد تنتج تأثيرا حركيا . ومن المؤكد أن مؤثرا

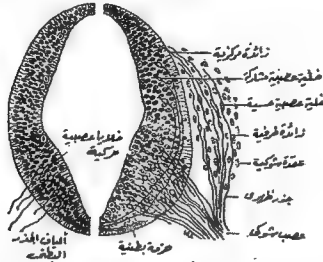
واردا واحدا لا يكفى لتنشيط خلية عصبية صادرة ، اذ ان التأثير يتم بجميع المؤثرات المستقبلية مسببا ظهور نظرية الاختيار . وعندنا هنا أدلة عن الطريق الذى تعمل فيه ميكانيكية المخ الأكثر تعقيدا من الأقواس الانعكاسية البسيطة - وخاصة من خلال تكوين مراكز مشاركة عالية مع تدخل عدد من الخلايا العصبية المشاركة التى قد تنتج تنوعات واسعة من التأثيرات الحسية ومنها قد تأتى اختلافات واسعة من الاستجابات .

الأعصاب الشوكية

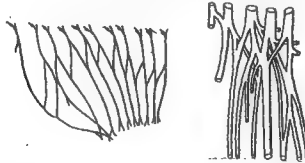
~ الجهاز العصبى الطرفى عادة بسيط التركيب . ويتكون اساسا من اعصاب تدخل تقريبا الى كل جزء في الجسم - مجموعات من الالياف العصبية ينفلها نسيج ضام تحمل المؤثرات الواردة من النهايات الحسية الى الحبل الشوكى والمخ ثم تحمل الى الخارج التأثيرات الصادرة الى العضلات والغدد . وتشمل ايضا على العقد التى توجد على طول الاعصاب والتي تحتوى على اجسام الخلايا العصبية الحسية .

يوجد زوج من الأعصاب الشوكية المثالية (شكل ٣٦٤ ، ١ ، ٣٦٥) في كل عقدة جسمية ، ويوجد لكل عصب جذران ، الجذر البطنى ويستمر الى الخارج من الحافة البطنية للجدار الجانبي للحبل الشوكى . اما الجذر الظهرى فيه عقدة ظاهرة ويدخل الحبل الشوكى أعلى الجدار الجانبي . ويتحد الجذران في اغلب الفقاريات ليكونا جذما مشتركا تتفرع منه افرع مختلفة . وسنعمل لوقت ما الفرع الذى يصل الى الأحشاء ، ويوجد عادة فرع ظهرى يذهب الى العضلات وجلد الظهر ، وفرع بطنى يذهب الى الأجزاء الجانبية والأجزاء البطنية من جدار الجسم والجذع العصبى وافرعه الكبرى تحمل كلا من الالياف الواردة والصادرة ، وبين الجذران مع ذلك فاصلا حادا بين الوظائف . ويحمل الجذر البطنى اليافا حركية صادرة تقع خلاياها في الحبل الشوكى (شكل ٣٦٧) . وتحتوى الجذور الظهرية للأعصاب الشوكية المثالية للفقاريات العليا على الياف واردة فقط توجد اجسام خلاياها في عقدة الجذر الظهرى .

وفي عقل كثيرة من الجذع يكون كل عصب شوكى تركيبا قائما بذاته يمد العضلات المحورية المتكونة من القطعة العضلية الخاصة بالعقلة ، كما يمد الجزء المقابل من الجلد . ومع ذلك فيوجد في بعض المناطق وخاصة امام



شكل ٣٦٥ - قطاع في الحبل الشوكي لجنين ثديي مبكر . على اليسار: تمتد المحاور الى الخارج من الخلايا العصبية الحسكية . على اليمين : الخلايا العصبية الموصلة او المشتركة التي تتكون داخل الحبل الشوكي . وتتكون الخلايا العصبية الحسية خارج الحبل الشوكي من خلايا العرف العصبي (قارن شكل ٦٤) وهذه الخلايا العصبية الحسية في هذا الطور ذات قطبين اي باستطالات قريبة وبعمدة منفصلة . واخيرا لتتحسم الاستطالتان في الجهة القريبة في الفقاريات العليا لتعطى حالة القطب الواحد في الخلية العقدية الناضجة . (من آري) .



شكل ٣٦٦ - على اليسار: ضفيرة من الأعصاب بعد الزعنفة الحوضية اليسرى في الكيميرا بين تبادل الألياف بين أعضاء مجموعات الأعصاب الشوكية المعنية . الجذران والمقدمة الظهرية للأعصاب المعنية مبينة على الرسم . قاعدة الزعنفة أسفل الرسم . على اليمين: تكبير أكبر ، الضفيرة الكتفية التي تمتد الطرف الصدري في الثدييات . جذور الأعصاب غير مبينة . وأفرع الحزم مقطوعة قبل نهايتها بقليل . الجذع الأكبر هو ذلك الخاص بالمصعب الكمبري الذي يمد معظم الساعد والقدم الأمامية ، عدد الأعصاب المشتركة أقل مما هو موجود في حالة زعنفة السمكة ولكن نظام الضفيرة معتد (الشكل الأيمن جزئيا من وولكر) .

الأطراف الزوجية تتداخل في أفرع الأعصاب الشوكية لتكون شغائر (شكل ٣٦٦) ١- وتلك هي الصغيرة المضدية والصغيرة القطعية المجزئة للرجل الامامية والخلفية على التوالي . ونتيجة لهذا نجد أن عضلات أية منطقة من الأطراف قد تمدها الياف من عدد من الأعصاب الشوكية .

ثبات الامداد : العصبي ونمو العصب : حتى في صغيرة الطرف المتعدة نجد ان هناك درجة عالية من الثبات في نظام الامداد العصبي الى عضلة ما في الحيوانات المختلفة ، ومن ثم ينشأ الاعتقاد ان الامداد العصبي خاصية مطلقة للثبات - أي ان أية عضلة تمدها دائماً وعلى طول خط تطورها نفس العناصر العصبية بنفس المرات . ويوجد حقيقة ما يستحق الذكر مع ذلك (ولو انه نادر نسبياً) ، فهناك حالات لا يمكن التمسك فيها بهذا المبدأ . وأية مناقشة لهذه المشكلة تؤدي الى ان نأخذ في الاعتبار نمو العصب .

ومن الألياف العصبية الطرفية تنمو العناصر الصادرة من اجسام الخلايا الواقعة في الحبل الشوكي الى الخارج في اتجاه الخلايا التي تمدها . وكان الحبل الشوكي كذلك يحتوى في أسلاف الفقاريات على الخلايا الواردة . وفي معظم الفقاريات تنشا أكثر أنشال هذه الخلايا من العرف العصبي في الجنين (شكل ٦٤) ثم تهجّر الى أسفل لتكون العقدة الشوكية وترسل أليافا الى الداخل للحبل الشوكي وكذلك الى الخارج نحو السطح . وينشأ في منطقة الرأس جزء من العقد من كتلطات - بلاكود - في الاكتودرم على كل من جانبي الأنبوية العصبية والعرف العصبي المتكونين .

ولكن بآية طريقة تنمو هذه الألياف الطرفية الى الخارج من الحبل الشوكي او المخ او العقد لتصل الى الاعضاء النهائية حسية كانت أو حركية! لقد افترض بعض الباحث ان هناك نوعاً من التخصص ، علاقة مبهمة بين ليفة عصبية خاصة والعضو الخاص الذي تتصل به ، حتى انه يقال ان اللبنة العصبية « تبحث عن قرينها » . وان هناك حقيقة درجة ما من المشاركة الخاصة ، حيث انه على سبيل المثال لا تتصل المحاور الصادرة بتراكيب حسية ولا تتصل كذلك الألياف الواردة بخلايا عضلية . وبين أجسراء التجارب مثل زرع برعم طرف السلمندر ان وجود مواد عضلية تجلبب الألياف العصبية ؛ ولكن ليس من الضروري ان تكون هذه الألياف هي التي ستمدها فيما بعد في الحالة الطبيعية . وقد يظن بوجه عام ان الألياف تميل الى الاندفاع من الحبل الشوكي في المرات الأقل مقبوضة في التراكيب

الميكروسكوبية من المواد المحيطة . وتميل طوبوغرافية المنطقة في الأجيال المتعاقبة لأن تكون نفس الشيء ، فإن الألياف العصبية الناشئة تميل لاتخاذ نفس المسار ، ومن ثم ينشأ ثبات في الامداد العصبي من غير ضرورة الى الادعاء بأن هناك تخصصا محكما .

مكونات العصب وتركيب العصب الشوكي (شكل ٣٦٥) . من المفيد جدا في دراسة كل من الجهاز العصبي المركزي والطرفي ان تدرس مكونات العصب . ويشير هذا الى ان كلا من انواع الالياف الواردة والصادرة من الممكن ان تنقسم الى مكونات جسمية وحشوية . والالياف الواردة الجسمية تحمل الى الداخل الاحساسات من الجلد والعضلات والمستقبلات الخارجية ومستقبلات الحس الخاصة كما يسميها العالم الفسيولوجي . اما الالياف الواردة الحشوية - من جهة اخرى - فتأتي بالمنبهات من التراكيب العصبية للمستقبلات الداخلية للمعى والتراكيب الداخلية الاخرى . وفي الجانب الحركي تتجه الالياف الصادرة الجسمية الى العضلات المخططة للمجموعة الجسمية في القناة الخارجية للجسم والاطراف . أما الالياف الصادرة الحشوية فتتمد العضلات الحشوية في منطقة المعى والعضلات للمساء والفرد في أماكن مختلفة . ولذلك توجد اربعة مكونات مثالية لاي عصب شوكي طبيعي ، وهي : مكونان حسيان يبران الجذر الظهري ، واثنان من العناصر الحركية في الجذر البطني وتتحد المكونات الاربعة عند قاعدة جذع العصب (شكل ٣٦٥ ا) (١) .

وانه لمن الاهمية مع ذلك - عندما ننحدر في السلم الفقاري - ان نجد الزيادة في تحول هذا الجهاز المكون من اثنين اثنين . وهناك ميل نحو تمثيل حالة بدائية (كما سيظهر) اذ تظهر الالياف الحركية الحشوية عن طريق الجذر الظهري ، ومن ثم يصبح الوضع ثلاثة وواحد (شكل ٣٦٥ ب - ج : ٢) ويوجد حتى في الثدييات دليل على ان بعض الالياف الحركية الحشوية تستعمل الجذر الظهري اكثر من الجذر البطني في خروجها : والالياف الحركية الحشوية شائعة في الجذر الظهري في البرمائيات والاسماك ذات

(١) الصحيح شكل ٣٦٧ ا (المترجم)

(٢) الصحيح شكل ٣٦٧ ب ، ج (المترجم)

الفكوك . وتتبع هذا كما يبدو اختلافات في تركيب العصب الشوكي . وفي أغلب مجموعات الفقاريات يتحد الجذران الظهرى والبطنى تماما وبعيدا ويخرجان في نفس مستوى الحبل الشوكي . ولكن الجذور في الأسماك الدنيا تميل للتبادل في امكنتها . ولا يلتحم الجذران تماما في القروش والجريشات . اما في البكلى فالجذر الظهرى والجذر البطنى لا يتصلان أبدا وهما عصبان منفصلان تماما (شكل ٣٦٨) . وهذه بالطبع حالة بدائية وترتيب يقبله العقل . وتحمل الجذور البطنية هنا غالبا الالياف الحركية الجسمية التى تقع في اتجاه قطع العضلات التى تمدها . اما الجذور الظهرية فتحمل كل الالياف الحسية ومعظم او كل العناصر الحركية الحشوية ، ومن المعقول أن تتخذ طريقها خارجيا بين القطع العظمية . ولو أن هذه الحالة التى ذكرناها متحورة جدا في أغلب الفقاريات باتحاد العناصر الظهرية والبطنية وتحويل المكون الحشوى الى الجذر البطنى نجد اليوم استبقاء لهذا الجهاز البدائى للأعصاب الظهرية والبطنية في ترتيب بعض الأعصاب المخية .

الجهاز العصبى الحشوى

يتكون الجهاز العصبى في أسلاف الفقاريات البعيده من جزئين منفصلين تقريبا : أولهما مجموعة من التراكيب السطحية المنظمة تنظيمًا بسيطًا وهى التى تستجيب الى المؤثرات الخارجية . أما الجزء الآخر فشبكة من الخلايا والالياف حول المى والأعضاء الداخلية الأخرى التى تستطيع تكييف نفسها مباشرة للظروف الداخلية . وقد أصبح الجزء الأكثر سطحية من الجهاز العصبى في الفقاريات منظمًا جدًا وظاهرا . ويبقى جهاز المى القديم . ويوجد ما يدل على أن المى قد لا تزال تستجيب محليا الى المؤثرات الداخلية . ولكن بظهور الجهاز العصبى المركزى الخارجى ، أى المخ والحبل الشوكى : تميل هذه التراكيب الى التغلب على الجهاز العصبى للأعضاء والقضاء على استقلاله الى درجة كبيرة . وقد تكونت اتصالات قوية في الفقاريات العليا ، ويتم كثير من النشاط الحشوى عن طريق الحبل الشوكى ومراكز السريد التحتائى في المخ . ولكن كما نعلم جيداً من خبرتنا الشخصية أن الاحساسات الحشوية والاستجابات الحركية لها لا تتصل عادة بالراكز العليا في المخ . ونحن نعلم القليل عما تحسه أحسنؤنا على أن قدرتنا على التحكم فيها ضعيفة .

وتتطلب معرات الجهاز الحشوى الصادرة ملاحظة بسيطة . فمن النهايات الحسية للمعى تصعد الالياف الى الحبل الشوكى والمخ عن طريق جذوع عصبية حشوية خاصة (مشروحة بعد ذلك) ، او من خلال العصب الحائر من الجهاز المخى الذى يمتد بطول المعى .

الجهاز العصبى الذاتى (شكلى ٣٧١ ، ٣٧٢) . ستوصف فيما بعد بعض المعرات الحشوية الصادرة من المخ الى المضلات المخططة لجهاز الاقواس الخيشومية ، كما ان الالياف الصادرة التى تمتد المضلات للنساء والفند فى الجسم معقدة اكثر تركيبها . وتكون هذه الالياف الجهاز العصبى الذاتى نتيجة للطبيعة العامة فى سيطرتها الذاتية على انمكاساتها . والترتيب كما يلى : (*)

جهاز عصبى حشوى } وارد - صادر - ذاتى - نظير السيمبتاوى
سيمبتاوى

ويختلف اسلوب وطبيعة المعرات الصادرة من الحبل الشوكى الى الاعضاء النهائية اختلافا ملحوظا عن ذلك الذى وصف مقدما للالياف الحركية الجسمية . وتستعمل السيات الحشوية خليتين مصبيتين على التوالى : الاولى وهى الخلية العصبية قبل العقدية وتثبه عنصرا جسيا ، ويقع جسم خليتها فى الحبل الشوكى ، بينما يكون لمحورها عمد نخاعى واضح . وهذا المحور فى القطعة الجسمية التالية - بعد ان يترك الحبل الشوكى ويدخل الجذع العصبى - يتركه بعد مسافة قصيرة لينحدر الى الجهة البطنية فى فرع حشوى (او فرع موصل) (شكلى ٣٦٥ ، ٣٦٩) ويمتد مع ذلك فى جزء من طريقه بالعضو المستجيب عفى او غدى لانه يدخل فى نقطة ما على طول معره معقدة من الجهاز العصبى الذاتى . وهنا ينتقل السيات الى الخلية الثانية اى الخلية العصبية بعد المقعدة

* توجد اختلافات كثيرة فى استعمال الاصطلاحات المعينة ، فالاسم « سيمبتاوى » قد عرفه مؤلفون مختلفون ؟ محدد كما هو هنا (او ب) كمساو للذاتى (او ج) مساو لكل الجهاز الحشوى (الخضرى) وكلا الصادر والوارد . ولا يزال هناك اختلاف محير فى التسمية « ذاتى » تستعمل احيانا لكل الجهاز الحشوى الوارد والصادر معا .

التي يستمر محورها (غالبا بنمد قليل النخاع) في سيره حتى العضو النهائي . وتنتج هذه الخلايا العصبية بعد العقديّة من العرف العصبي الجنيني ، وتنحدر على طول الأعصاب المتكونة .

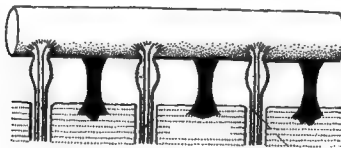
وتدل الدراسات التشريحية والفسيولوجية مشتركة في الفقاريات العليا على أن الجهاز الذاتي يمكن أن يقسم إلى قسمين وهما : ١ - سيمبتاوى (بالمعنى الضيق) أو الجهاز الصدرى القطنى و ٢ - نظير السيمبتاوى أو الجهاز المخى المجزى (شكلى ٣٧٠ ، ٣٧١) . وتستقبل كل الأعضاء المهمة امدادات زوجية من كلا الجهازين . ويختلف الاثنان في الوظيفة والطبوغرافيا (ولو أن الخلافات الوظيفية غير واضحة تماما) وتميل اثاره الأعصاب السيمبتاوية الحقيقية الى زيادة نشاط الحيوان ، فتسرع الدورة الدموية وتقل عمليات الهضم ، وعلى الموم يصبح الحيوان مستعدا للقتال أو اللعب . اما عمل نظير السيمبتاوى من جهة أخرى فيميل الى تقليل النشاط وتنشيط الهضم والجانب الخضرى من الحياة . والخلايا العصبية بعد العقديّة لكلا الجهازين تؤثر في عضلاتها أو الأعضاء النهائية باعطاء سوائل عصبية من اطراف الألياف . والمواد المنتجة في الجهاز السيمبتاوى هي



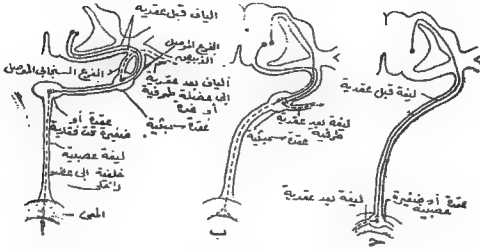
شكل ٣٦٧ - شكل توضيحي يبين توزيع مكونات الأعصاب في الجذور الشوكية الظهرية والبطنية . الجذور الحسية الجسميّة غير مخططة . الجذور الحسية الشوكية مخططة ، الحشوية الحركية منقطة . الحركية الجسميّة سوداء أ - الحالة في الانسان الجذر الظهري حسي فقط وغالبا كل الألياف الحركية موجودة في الجذر البطنى . ب - نوع أكثر بدائية وعام في الفقاريات الدنيا . تخرج بعض الألياف الحركية والحشوية من خلال جذر ظهري . ج - حالة بدائية ممكنة . الجذر الظهري والبطنى أعصاب منفصلة . الألياف الحركية والحشوية جزء من العصب الظهري والعصب البطنى حركى جسمى فقط . (قارن شكل ٣٦٨) .

نورادرينالين والأدرينالين ، كما تنتج هرمونات أخرى (كما هو مبين في الفصل ١٧) بواسطة غدة الأدرينالين (أو الكظر) . أما في حالة نظير السيمبتاوى فتنتج المادة الكيميائية المعروفة استيل كولين ولا تزال توجد فقط من الاختلافات من الوجهة التشريحية . ففي الثدييات يكون سيلان السيمبتاوى من المناطق الصدرية والقطنية للحبل الشوكى ، أما الياف نظير السيمبتاوى فتصاحبها الأعصاب المخية - وخاصة الحائر - بالإضافة الى سيال ثان في المنطقة المعجزة . ولما خلاف تشريحي آخر يظهر في الحقيقة أن الانتقال الى الخلية العصبية الثانية في السيمبتاوى يحدث في عقدة ملاصقة للعمود الفقارى او بعيدا في المساريقا الظهرية ، ولا يعتمد كثيرا من تحته ، في حين تستمر الخلية العصبية الاولى في الجهاز السيمبتاوى كل الطريق من المخ او الحبل الشوكى الى عقدة في العضو المعنى او ملاصقة له .

ويظهر أن أكثر تكوين الجهاز الذاتى المعقد الذى يرى في الثدييات قد اخذ مكانه بالتدرج في الطريق العلوى في تطور الفقاريات . ففي الأسماك كاملة التنظيم وكل رباعيات القدم تدخل الأفرع الحشوية لأعصاب الجذع عقد السلسلة السيمبتاوية التى تمتد طويلا على كل جانب من العمود الفقارى معطية خلايا عصبية ثانوية الى المناطق الطرفية وخاصة الأوعية الدموية ولا يوجد مثل هذا التركيب في الأسماك الدنيا . ولا يوجد في الفقاريات



شكل ٣٦٨ - شكل توضيحي للحبل الشوكى والأعصاب للجهة اليسرى في الجلكى كما ترى من الظهر (النهاية الأمامية على اليسار) لتبين التنظيم التبادلى للأعصاب الشوكية الظهرية والبطنية تبعاً للفراغات البين عضلية والقطع العضلية . مكونات الأعصاب مبينة كما في شكل ٣٦٧ .



شكل ٣٦٩ - قطاعات عرضية توضيحية تبين ممر الألياف الذاتية .
 ١ - الفرع السيمبتاوى (صدرى قطنى) فى حيوان ثديى مع عقدة ذاتية
 فى كل من السلسلة الجانبية وفى مكان تحت فقرى . الألياف قبل العقدية
 قد تتنازع فى أى من الاتجاهين وتستمر اما للتراكيب السطحية عن طريق
 جذوع العصب الكبير أو الى الأحشاء فى كلتا الحالتين مع خلية عصبية بعد
 عقدية . ب - الفرع السيمبتاوى كما يرى فى كثير من الفقاريات الدنيا .
 يوجد تكوين ضعيف للسلسلة السيمبتاوية ولا تتميز العقد الى مجموعتين ،
 الألياف الى التراكيب الطرفية تستمر مستقلة أو مع اوعية دموية ، وأكثر
 مما تكون مع جذوع الأعصاب الكبيرة (الجسمية) . ج - طريق الألياف فى
 الجهاز نظير السيمبتاوى . الألياف قبل العقدية تعمل كل المسير من الحبل
 الشوكى الى المخ الى منطقة فى - أو بالقرب من - الأعضاء المعنية حيث
 توجد متابعة الى خلية عصبية قطرية بعد عقدة .

الدنيا مثل القروش (شكل ٣٧٢) انقسام منطقي بين نوعى السيمبتاوى ،
 ونظير السيمبتاوى ، وتقليل نسبيا من الجهاز ذو امداد عصبى مزدوج .

الأعصاب المخية

توجد مجموعة خاصة من الأعصاب المختلفة فى منطقة الرأس ومن
 الصعب مقارنتها عند النظرة الأولى بأعصاب الجسم (شكل ٣٧٢) . ولقد
 درست هذه الأعصاب لأول مرة فى الإنسان وأعطيت أسماء واعدت لاعتبارها لاكتنتها

ووظائفها . ولو انه كما سنرى : لا ينطبق النظام الموجود في الانسان على كل الحيوانات ، ولكننا ستقدم الاعصاب المخية بعمل قائمة لها :

I الشئى : - حى من اللاتلية الشمية .

II البصرى : - حى من العين .

III محرك العين : - يد اربعا من عضلات العين الست .

IV البكرى او الاشتياى : يذهب الى العضلة المنحرفة العليا (وتسمى احيانا بالعضلة المحركة للعين) .

V التوامى الثلاثى : - عصب كبير له ثلاثة افرع تانى بالاحساسات الجسمية من الراس مع الياف حركية لعضلات الفك .

VI معبد العين : - الى العضلة المستقيمة الخلفية (التي تبعد العين) .

VII الوجهى : - حى جزئيا ، ولكنه اساسا مهم فى الشدييات ، اذ انه يد عضلات الوجه .

VIII السمنى : - حى من الاذن الداخلية .

IX اللسانى البلعومى : عصب صغير ، حى اساسا يد (كما يدل الاسم)

اكثر اللسان والبلعوم .

X الحائر : عصب كبير حى وحركى (وكما يدل الاسم) لا يقيد نفسه بمنطقة الراس ، ولكنه يستمر الى الخلف ليتفرع فى كثير من الاحشاء القلب ، والمعدة وهكذا .

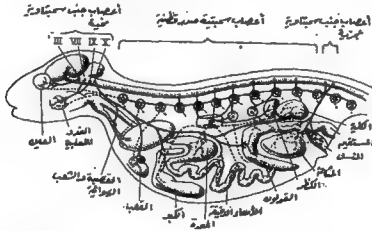
XI الاضافى : عصب حركى مساعد للحائر .

XII تحت اللسانى : عصب حركى لعضلات اللسان .

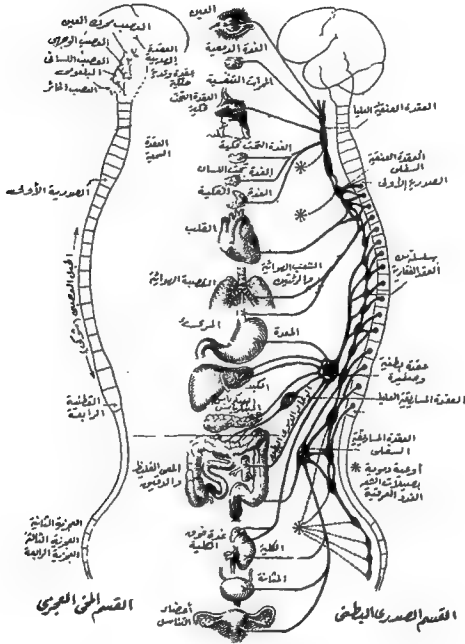
ويستطيع الانسان بصعوبة تذكر مثل هذه القائمة للاعصاب المخية ووظائفها . ولكن لا يستطيع من يهتم بالجهاز العصبى ان يقف عند هذه النقطة . فهنا مجموعة من الاعصاب العجيبة فى انواعها والتي تبدو كأنها موزعة بلا نظام ، ولا يستطيع الانسان الا ان يحاول ان يعرف شيئا عنها ،

وهل هناك معنى خاص في توزيعها ؟ فهل يمكن جمعها في أى نوع من الأنواع الطبيعية ؟

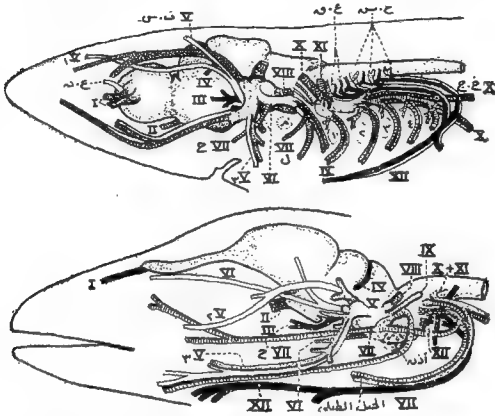
ويقع مفتاح التقسيم في اعتبار مكونات العصب (قارن جدول ٣) . وقد أوضحنا انه في المنطقة خلف المخية توجد اربعة أنواع من تراكيب الاعصاب . وهذه كذلك ممثلة في منطقة المخ ، ولكن بالإضافة الى ذلك فان الاعصاب الى الانف والعين والاذن تكون مجموعة حسية جسمية خاصة ، وتوجد في الجانب الحشوى أنواع خاصة بين كلا من المكونات الحسية والحركية ، وتعتبر الياف الدوق كمكونات حسية حشوية خاصة ، ولا يشبه الامداد العصبى للعضلات الحشوية المخططة للفكين ومنطقة الخياشيم



شكل ٣٧ - شكل توضيحي يمثل الجهاز العصبى الذاتى في حيوان ثديى . مبين فقط جزء من العدد الحقيقى لعقل الجسم . تكونت سلسلة سيمبتاوية تسمح بتبادل الالياف بين العقل . العقد السيمبتاوية ممثلة بدوائر . والاعصاب القصيرة الخارجية منها تمثل أفرعاً سنجابية تربط جلد العصب العقلى الرئيسى وتمتد الى التراكيب الطرفية . ويوجد هنا تصنيف مناطق الاعصاب الذاتية الى عناصر جنب سيمبتاوية متصلة بالاعصاب المخية والعجزية واعصاب سيمبتاوية تنشأ من عقل الجذع . والجهاز متراكبان تقريباً تماماً . وكلاهما يصل تقريباً الى كل عضو في الجهاز السيمبتاوى . المتابعة الى الالياف بعد العقدة تتم في العقد السيمبتاوية للتراكيب الطرفية وتلك التى في الرأس والصدر . اما المتابعة الى أحشاء البطن فتتم في مجموعة من العقد - البطنية والمساريقا العليا والمساريقا السفلى - التى تقع في الجهة البطنية أكثر . الاعصاب أو الالياف قبل العقدية بخطوط مستمرة اما بعد العقدية ممثلة بخطوط متقطعة .



شكل ٣٧١ - الجهاز العصبي الذاتي في الإنسان . على اليسار الجهاز
جنب اليمين الجهاز الليميني (عن ميلارد) .

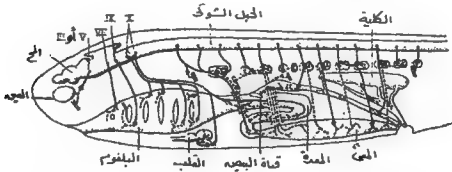


شكل ٣٧٢ - أعلى : شكل توضيحي لتوزيع ومكونات الأعصاب المخية للقرش (اسكوالس) . أسفل : شكل توضيحي لتوزيع ومكونات الأعصاب المخية في سحلية (انوليس) . الأعصاب الحسية الجسمية (I ، II) والخط الجانبي (VIII) . المكونات الحسية الجسمية (خطوط بيضاء) . الأعصاب الحشوية (شرط بالعرض) . والأعصاب الحشوية الحركية (شرط) . الأعصاب الحركية الحسية (أسود) . تدل الأعداد الرومانية على الأعصاب المخية . ١ - فمي ، ٢ - لامي فكي ، ٣ - الخط الجانبي ، ٤ - أعصاب قفوية : ٥ - البصري السطحي ، ١ - حنكي ، ٧ - مكان التنفس ، ٨ - الأعصاب الشوكية الأمامية ، ٩ - عصب نهائي . ١٠ - مكان الفتحات الخيشومية . ١١ - الفرع البصري (الفاني) للتوأمي الثاني . ١٢ - الفرع الفكي . ١٣ - الفرع الضبي للتوأمي الثلاثي VII . ١٤ - الفرع الحنكي للوجهي ، ١٥ - جذع متكون من اتصال العصب القفوي والشوكي الأمامي المقابل لتحت اللساني في الرهليات . في الأسكوالس مكونات جسمية حسية خاصة من (VII ، X) = أعصاب الخط الجانبي .
(بيانات الانوليس من بيلارد واتكنسون) .

الجهاز العصبي الذاتي بل يكون نوعا حشويا حركيا خاصا . ولقد رابنا أنواع المكونات كما هو مبين بالجدول . ويمكن ان تقسم الاعصاب المخية الى ثلاثة انواع التي تبين التمييز الواضح بالنسبة للمكونات الموجودة (كما هو مبين من الخطوط المزدوجة) . وهذه الانواع هي : (١) اعصاب حية خاصة من النوع الجسمي - واعصاب الخط الجانبي و (٢) جذر ظهري واعصاب خيشومية تحتوى على مكونات حية ومكونات حركية حشوية خاصة تختص بالمنطقة و (٣) اعصاب الجذور البطنية وتحتوى بنوع خاص غالبا على الياف حركية جسمية . ويختص القسم اول بمنطقة المنع ، في حين يقارن القسمان الاخران بالجذور الظهرية والبطنية للاعصاب الشوكية في الفقاريات الدنيا وخاصة بالاعصاب الظهرية والبطنية المنفصلة التي تترى في الجلكي كما توجد في السهم كذلك .

الاعصاب الحسية الخاصة : في كل الفقاريات تمتد الاعضاء الحسية الأساسية الثلاثة (الأنف والعين والأذن) اعصاب خاصة : كما نجد أيضا في الفقاريات البدائية المائية جذوع اعصاب خاصة لاعضاء الخط الجانبي .

الشمل ١ - وكما ذكر من قبل من ٥١٣ فان العصب الشمي ليس



شكل ٣٧٣ - شكل توضيحي يمثل الجهاز الذاتي في القرش وكما في شكل ٣٧٠ مبين جزء بسيط من العدد الحقيقي لعقل الجسم ومبين أيضا « عينات » من انواع الامدادات العصبية في الاحشاء البطنية والوعية الدموية . العقد السيمبتاوية في الجذع متكونة ومبينة على شكل دوائر بيضاء . وتصحبها غالبا اجزاء بولية (منظمة) . لا يوجد تكوين لسلسلة سيمبتاوية ، ولا يوجد تكوين لفرع سنجابي للتراكيب الطرفية . ولا يوجد تقسيم مناطقي الى سيمبتاوي وجنب سيمبتاوي (قارن شكل ٣٧٠) . الاعصاب الذاتية قبل المقدية ممثلة بخطوط مستمرة بينما الاعصاب او الالياف العقدية مبينة بخطوط متقطعة (محور عن ينح) .

عصبا مثاليا . لأن اليافه تأتي من الخلايا الحسية للألف وتمتد داخليا الى المخ أكثر مما تمتد الى الخارج . وفي الثدييات (يمس كثير من الغاريات اللغيا) لا يكون العصب الشئى عصبه متكونا ، ولكنه عبارة عن عدد من حزم الياف مستقلة بذاتها الى الخلف من خلال الصفيحة الغربالية ، وفي الحيوانات التي بها العصب الأنفى الميكى تام التكوين يتكون فرع قائم بذاته لامداده .

البصرى 11 ولقد وصف هذا من قبل . كما هى الحال فى الشئى ليس عصب مثاليا لأن اليافه تمتد داخليا من الخلايا العقدية للشبكية . وكما رأينا من قبل فهو ليس عصب حقيقيا تماما ولكنه يمر مخر خاص .

السمعى VIII وهو عصب طبيعى أكثر من السابقين ، يمد الأذن الداخلية وتنتج اليافه من خلايا المقد الحقيقية ، ولو أن هذه تقع جزليا على الجانبين بالقرب من التراكيب الحسية .

اعصاب الخط الجانبى (قارن شكل ٣٤٧) لقد أوضحنا أن أعضاء الخط الجانبى تتبع تماما الحاسة السمعية ، ومن ثم فمن المعقول أن نجد أن أعصاب هذه التراكيب تصاحب تماما العصب السمعى ، ويوجد فى الأسماك عصبان كبيران للخط الجانبى ينشآن من التخاع أمام وخلف العصب السمعى . ويمد العصب الأمامى أكثر أعضاء الخط الجانبى للرأس ، أما الخلفى فيمد العصب الحسية للمنطقة القفوية والجلد . والعنصر الأمامى يصاحب العصب الوجهى ، وأغلب أو كل العصب الخلفى يبرز مع الحائر . ويعتبر الإنسان أحيانا كاجزاء من الأعصاب التي تصاحبها ، ولكن المشاركة هنا كوسيلة من الملائمة تقريبا ؛ إذ أن أعصاب الخط الجانبى أساسا تراكيب مستقلة .

الأعصاب الخيشومية : لقد أوضحنا أن الجذور الظهرية والبطنية للأعصاب كانت أعصابا محددة بدائيا ، وأن الأعصاب الظهرية لا تحمل فقط كل المكونات الحسية ولكن أيضا العناصر الحركية الحشوية كذلك . وإذا لحصنا الجدول (٣) نجد أن مجموعة كبيرة من الأعصاب يظهر أنها تتبع

لهذا النظام الظهري - ليست بها عناصر حركية جسمية . وتحتوى على ألياف حسية وتشتمل معظم أجزائها على مكونات حركية حشوية كذلك . وتتضمن هذه المجموعة على العصب النهائي والعصب الفائر والتوامى الثلاثى الأسمى والوجهى واللسانى بلعوى والحائر (شكل ٣٧٤) . وتختلف مجموعة الجذور الظهرية للأعصاب المخية مع ذلك فى نقطة كبيرة واحدة عن الجذور الظهرية للجلد ، لأنها تمتد منطقة الفتحات الخيشومية ومرتبة بدائياً كأعصاب خيشومية بنظام عقى يتبع توزيع الخياشيم . والعصب اللسانى البلعوى فى الأسماك (شكل ٣٧٥) هو عضو نموذجى لهذه المجموعة . وهو يصحب بدائياً الفتحة الخيشومية الأولى المثالية ويتحول جلده الرئيسى خلف الفتحة كفرع خلف الفتحة ، ويوجد بالإضافة إلى ذلك فرع صغير أمام الفتحة ، وفرع خيشومى يصل إلى سقف البلعوم ، كما يوجد فرع ظهري (قد يكون غالباً) يمتد إلى الجلد . والفتحات الخيشومية فى الأسماك عامة خلف الفتحة الأولى أمصاب مماثلة ، ولكنها تتصل كلها مع المخ عن طريق عصب مركب كبير واحد هو الحائر . وفى أقصى الامام فى أسلاف الفقاريات كانت توجد ثلاث فتحات خيشومية طبيعية مع أعصاب مثالية تقابل اللسانى البلعوى . ولكن فى كل الحيوانات الماصرة قد سبب التحور الخاص لمنطقة الفك تخصصات واضحة فى أعصاب هذه المنطقة .

العصب النهائي : فى حيوانات كل طائفة من الفقاريات ما عدا دائريات الفم والطيور يوجد عصب دقيق يمتد من المخ إلى التجويف الأنفى ، ولكنه ليس شمياً ، ولكنه كما يظهر حشوى فى طبيعته . ومن المحتمل أن يكون بقايا عصب فى أقصى المقدمة من هذه المجموعة التى كانت تمتد منطقة الفم بدائياً .

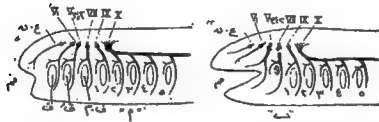
العصب الفائر ٧٣ : العصب البصرى الفائر فرع سميك يستقبل الاحساسات الجسمية من منطقة البوز . ويشارك فى الثدييات مع التوامى الثلاثى تماماً ، ويعتبر كالفرع الأول من جدوعه الثلاثة . ولكن فى الفقاريات الدنيا غالباً ما يكون مستقلاً تماماً . ويظهر أنه كان فى مصفحات الجلد القديمة عصب خيشومى كامل مثالى بصاحب الفتحة الخيشومية التى فقدت عندما امتدت فتحة الفم .

العصب التوامى الثلاثى V_3 V_8 : المعتقد أن العصب التوامى الثلاثى الحقيقى بصاحب الفتحة الخيشومية الثانية الموجودة فى مصفحات الجلد

ولكنه قد فقد مثل الأول عندما امتدت فتحة الفم عند تكوين الفك ، وقد بقى مع ذلك بعكس الغائر واضح التكوين تماما ، وبعد عضلات الفك كما ان له مكونا حسيا جسيما . ويوجد له فرعان أساسيان الفكى والضبى ، ويقارنان بالأقرع قبل وبعد الفتحة لأعصاب الخياشيم الخلفية أكثر .

العصب الوجهى VII هذا هو العصب الحقيقى لفتحة شبه الخيشوم (التنفس) ، وله فى الأسماك عادة تركيب العصب الخيشومى الطبعمى . وقد أوضحنا مقدما ان العضلات الأساسية لهذا القوس فى الثدييات قد انتشرت فوق الرأس والوجه كمعضلات التعبير . وسمى العصب الوجهى بهذا الاسم نتيجة لهذه التفرعات .

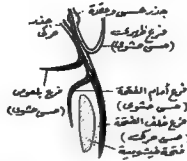
العصب اللسانى البلعومى IX وكما وضع من قبل فان هذا العصب الصغير يختص فى الأسماك بالفتحة الخيشومية الأولى ويبقى صغيرا وغير مهم فى رباعيات القدم .



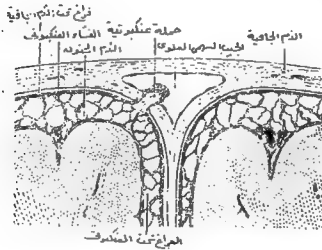
شكل ٣٧٤ - أشكال توضيحية تبين توزيع الأعصاب الخيشومية (جذور ظهرية) المخية ١ - حالة بدائية نظرية بأعصاب مثالية لكل من الفتحين الخيشوميتين المفقودتين فى الفقاريات ذات الفكوك والعصب النهاى الى النهاية الأمامية للرأس . ب - الحالة فى الأسماك ذات الفكوك . تم - الفم . ف ، ف - الفتحان الخيشوميتان المفقودتان فى الفكيات . ف ، م - فتحة شبه الخيشوم (التنفس) . ع ، ن - عصب نهائى . ١ - ٥ فتحات خيشومية مثالية فى الفكيات .

الياف مستقبلات الحس الخاصة (حس العسل) غير مبينة . ب -
المكونات الحسية الجانية في الفقاريات الدنيا (حس الحائر وحده في البرمائيات)
أ . المكون السمعى للجهاز السمعى الجانبي . المكونات داخل الأقواس
مختلفة أو مهملة . المناطق الثلاث بين خطين مزدوجين رأسيين تشير إلى
المكونات الحقيقية إلى كل من أنواع الأعصاب الثلاثة . وباستثناء الوجود
المعادي للألياف العصبية الذاتية المصاحبة للعصب محرك العين الاختلافات
مهملة .

والذي يسمى بالعصب الإضافي في الثدييات هو أساسا جذر حركي خلفي للحائر . ويوجد عادة فرع حسي جلدي صغير ، ولكن الحائر هو أساسا عصب حشوي . ويمد الحائر في الأسماك كل الأقواس الخشومية الموجودة خلف الخشوم الأول المثالي . ويمتد بالإضافة الى ذلك فرع حشوي قوى الى الخلف على طول العمى كعنصر كبير في الجهاز العصبي الذاتي .



شكل ٣٧٥ - شكل توضيحي يبين تركيب العصب الخيشومى المثالى
مثل اللسانى البلغومى فى الاسماك المكونات العصبية الثلاث ملونة كما فى
الشكل ٣٦٧ و ٣٧٢ .



شكل ٣٧٦ - قطاع عرضى فى جذع من مخ الثدييات ليبين اغلفة المخ
القطاع مأخوذ فى الفاصل المنجلي المخى بين النصفين الكرويين المخيين .
الجيب الطولى العلوى يمر ويريدى واضح يتبع مرأ طوليا الى الخلف بين
النصفين الكرويين . قطاعات فى الاوعية الدموية الصغيرة تشاهد فى الاغلفة
والمخ . التجويف تحت العنكبوتى يشغله السائل المخى الشوكى . الخمائيل
العنكبوتية تغطي وسيلة دقيقة فى نقل المواد بين هذا السائل والدم (عن ويد) .

الأعصاب الحركية الجسمية : الأعصاب فى هذا النوع
من المجموعة الانسانية - تقارن تماما فى اغلب النقاط بالجلود البطنية

البداية للأعصاب الشوكية . وتتكون غالبا من الياف جسمية حركية وتمد العضلات المخططة التي تنتج من عقل الجسم . وتوجد محاولات لترتيب هذه الأعصاب مع اعضاء المجموعة الخيشومية كأعصاب ظهرية وبطنية في مجموعات عقلية فردية ولكن اعتقد ان هذه المحاولات لا تؤدي الى نتيجة لان التعقيل الذي تتصل به الأعصاب الجسمية هو ذلك الخاص بالعقل الجسمية ، بينما التعقيل الذي تتبعه الأعصاب الخيشومية هو ذلك الخاص بالفتحات الخيشومية ولا يوجد دليل على أن هناك علاقة بين مجموعات العقل والفتحات الخيشومية .

اعصاب عضلات العين (محرك العين والكرى ومبعد العين) VI,IV,III
هذه الأعصاب الصنيرة تمد عضلات العين التي تنتج من عقل الرأس الثلاث والعصب البكرى الصنير غير عادى في أنه ينحى الى أعلى داخل مادة ساق المخ ويبرز الى الجهة الظهرية ليمد عضلات الجانب المواجه من الرأس .



شكل ٣٧٧ - شكل توضيحي يبين توزيع الاعمدة الحسية والحركية .
العمود الحصى الجسمى المشترك (غير مخطط) . حصى حشوى (أسود) .
عمود حركى حشوى (منقط) . حركى جسمى (مخطط) .
١ - الحبل الشوكى فى الحيوان اليافع لبعض الفقاريات الدنيا .

ب - النخاع المستطيل الجنينى . الحبل الشوكى يبين نظاما مماثلا للاعمدة صفيحة الانسجة التي تقع تحت الميزاب المحدد تسمى صفيحة القاع ومن هذه تنشأ المراكز الحركية . المنطقة الحسية فوقها هى « الجناح » او الصفيحة الجناحية (جزئيا عن هيريك) .

تحت اللساني ، وهو يتكون غالبا من ثلاث جذور بطنية يظهر انها تمثل ثلاث قطع جسمية ملتحمة لتكون المنطقة القفوية ، ولا يوجد العصب تحت اللساني في البرمائيات الحديثة ، ولكن توجد أدلة حفرية تبين انه كان موجودا في البرمائيات الأولى كوراة مباشرة من الأعصاب القفوية في السمكة . (من هذه الوجهة كما من وجهات أخرى البرمائيات الحديثة متحطة أكثر مما تكون بدائية) . وقد أوضحنا ان القطع العضلية للمنطقة القفوية العامة تهاجر في الجنين الى الخلف والى أسفل حول منطقة الخياشيم لتكون العضلات تحت الخيشومية في الأسماك وعضلات اللسان في رباعيات القدم (شكل ١٧٦) وجذوع الأعصاب القفوية في الأسماك تتبع العضلات في هذه الحركة ، وفي الرهليات يتبع العصب تحت اللساني مرأ مماثلا خلف وأسفل ثم الى الامام حول منطقة الخياشيم ليمد عضلات اللسان .

الجهاز العصبي المركزي - العناصر الإضافية

لا يوجد النسيج الضام العادي في الجهاز العصبي المركزي ، ولكن كما يحدث تخصص في الانبوية العصبية في الجنين يتخصص جزء من الخلايا الموجودة كدعامة أكثر من أن تكون عصبية الوظيفية ، ويبقى جزء منها حول حدود التجاويف في المخ والحبل الشوكي محتفظة بتكوين طلائي ، ولكن الغالبية من هذا الجزء عبارة عن خلايا صغيرة نجمية الشكل تسمى خلايا الغراء العصبية التي تنتشر بين الخلايا العصبية .

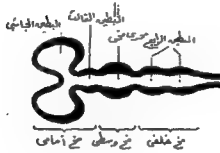
ولا تحمي المخ والحبل الشوكي حافظة المخ والأقواس العصبية للفقرات فقط ، ولكنها تغلف بفلافة أو أكثر تسمى أغلفة المخ (شكل ٢٧٦) . ويوجد في أغلب الأسماك غلاف واحد ذو تركيب معقد ، ولكن في رباعيات القدم يوجد على الأقل غلافان : الخارجى واسمه الأم الجافية وهو غلاف سميك يتكون أساسا من أصل نسيج ضام ، ويتصل بخيوط رفيعة بنشاء داخلي انم ينشأ من العرف العصبى وينطبق على المخ والحبل الشوكي . وينقسم هذا النشاء الداخلى في الثدييات الى تركيبين رقيقين: غشاء عنكبوتى خارجى وأم حنون داخلية ويفصل الاثنين سائل يملأ المسافة تحت العنكبوتية ويتخلله نسيج عنكبوتى من نسيج خيطى رقيق .

الانبوية الموجودة في القناة العصبية في الجنين تبقى في الحيوان البالغ كغرف المخ وقناة وسطى في الحبل الشوكي . وهذه التجاويف (والفراغات

تمت العنكبوتية في أغلفة المخ) - يملؤها سائل رائق هو السائل المخي الشوكي ويشبه في تركيبه السائل البيني أو سائل الليغف الخارجى في الأذن . وقد تصل المواد اليه من الدم من خلال تراكيب وعائية وخاصة الضفائر المشيمية للمخ (ص ٥٩٤) .



شكل
٣٧٩



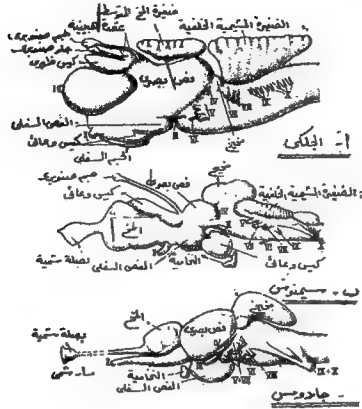
شكل
٣٨٠

شكل ٣٧٩ - شكل توضيحي يبين العلاقة في الفقاريات الدنيا بين أعضاء الحس الثلاثة الكبيرة والمناطق الظهرية الثلاث للمادة السنجابية في الأقسام الثلاثة الكبيرة للمخ . (في الثدييات قنطرة المخ الوسطى ضامرة وتذهب الإحساسات البصرية الى المخ بدلاً منها)

شكل ٣٨٠ - شكل توضيحي يبين مكان الفرف المخية (من جاردنر) .

الحبل الشوكي

الحبل الشوكي (أشكال ٣٦٤ ، ٣٦٥ ، و ٣٧٧) الذي يمتد على طول الجسم عبارة عن ممثل يافع متحور قليلاً من الأنبوبة العصبية المتكونة في الجنين المبكر ، وتبقى في داخله قناة وسطى ممثلة



شكل ٣٨١ - مناظر جانبية للمخ . ١ - البلع . ٢ - القرش . ٣ - الكود . في البلع حالة شاذة وهي تكوين المنطقة المشيمية الوعائية . الضفيرة المخية الوسطية على سقف المخ الوسطى (من بوتشلى وأهاليبورن) .

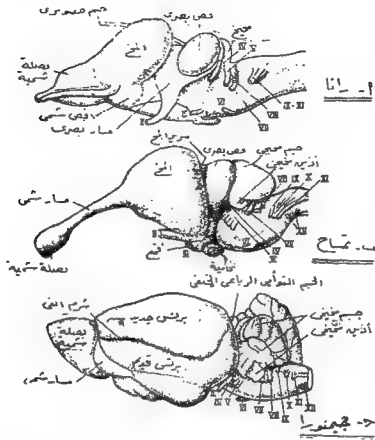
بمسائل ، والحبل الشوكى يضاوى تقريبا أو دائرى في الفقرات الدنيا وبميل الى الامتداد جانبيا في الحيوانات العليا. ومن الممكن تمييز طبقتين فيه، منطقة وسطى من المادة السنجابية وتكون أساسا من أجسام الخلايا ومنطقة خارجية هي المادة البيضاء التى تتكون من ألياف ميلينية لا تمتد تنجه الى أعلى وإلى أسفل في الحبل الشوكى . وكانت المادة السنجابية كما يظهر مرتبة بدائيا بطريقة متساوية تقريبا حول التجويف الوسطى ، ولكن لها في أغلب

الفقاريات ترتيب متماثل شكله في القطاع شكل حرف H أو ذلك الشبيه بجناح الفراشة . ومن ثم يظهر أن هناك زوجا من الفروق على كل جانب ، ومن الطبيعي أن كل قرن حقيقة هو قطاع في تركيب طولى ، ومن ثم يجب أن نتكلم عن عمود ظهري وعمود بطني .

العمود البطني هو مركز أجسام الخلايا العصبية الصادرة في الأعصاب الشوكية . ويختلف عددها طبيعيا في أى جزء من العمود مع حجم العضلات الموجودة في هذا المستوى ، وفي الفقاريات الأرضية يمتد هذا العمود كثيرًا في المناطق التي تمتد الأطراف . وتقع الخلايا العصبية الصادرة فوق وعلى جانبي الخلايا من النوى الجسمي وتتميز أحيانا كعمود جانبي .

ويضم العمود الظهري مع الجذور العصبية الحسية الظهرية ، وهو مكان أجسام الخلايا العصبية المشاركة والتي من خلالها قد توصل وتوزع المؤثرات التي تأتي من أعضاء الحس . وترتيب المجموعات المختلفة من الخلايا العصبية المشاركة معقد ومختلف . ولكن في بعض الحالات (وخاصة في بعض الأجنه) نستطيع أن نميز مجموعة كبيرة تصاحب المستقبلات الحسية الجسمية التي تقع في الجهة الظهرية والوسطية ومجموعة صغيرة حسية حشوية تقع بطنية أكثر وجانبية ، ومن ثم تظهر في المادة السنجابية أربع مناطق على كل جانب تتصل بالمكونات الأربع العصبية الكبيرة ، وهي بالترتيب من الجهة الظهرية إلى البطنية : جسمى حسي . وحشوى حسي ، وحشوى حركى ، وحسي حركى . والواقع أن نفس التركيب يوجد في المادة السنجابية في ساق الخ (شكل ٣٧٧) .

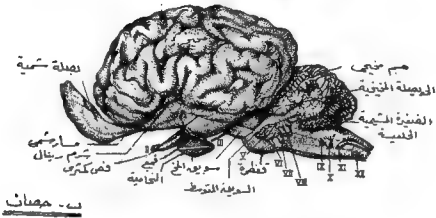
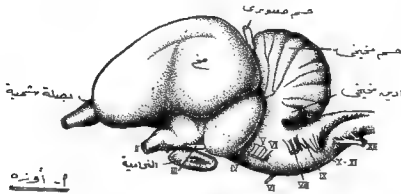
وتتكون المادة البيضاء من الياف صاعدة وهابطة من خلايا عصبية حسية ، ومن نفس الألياف التي تنشأ من الخلايا المشاركة ، ومن الألياف التي تحمل المنبهات الحسية إلى الأمام للمخ ، ومن الياف تعود من مراكز المخ لتؤثر في الخلايا العصبية الحركية . ويوجد النوعان الآخرين بوفرة وخاصة في الفقاريات العليا التي فيها يقع الجذع تماما تحت تأثير المخ أكثر مما هو في الفقاريات الدنيا - ومن الناحية الطوبوغرافية تقسم : القرون » المادة البيضاء إلى حزم ظهرية وبطنية وجانبية ، والأهم هي المناطق المحصورة داخل هذه الحزم التي تشغلها ممرات ليفية خاصة لها نوع خاص من الوظيفة والاتصالات ، ولكن هذه تختلف جدا من مجموعة إلى مجموعة لدرجة أنها لا توصف هنا بالتفصيل .



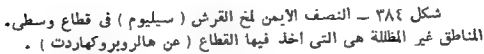
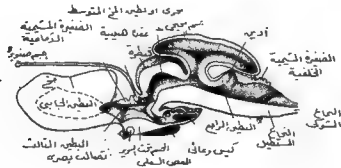
شكل ٣٨٢ - مناظر جانبية للمخ . ١ - ضفدعة . ب - تمساح ج - أكل حشرات يمثل الثديي البدائي ، الوضع الطبيعي لمخ التمساح هو أن النهاية الأمامية تنحرف إلى أعلى (عن بوتشلي وكلاكرو كرومبسي وجاوب روتستين) .

المخ

في كل الفقاريات - كما هي الحال في اللافقاريات العالية التفضي - نجد تركيزا للأنسجة العصبية في النهاية الأمامية للجسم على شكل مخ ، وينظر ان يكون مثل هذا التركيز في حيوان نشط متمائل الجانبين في هذه المنطقة التي تتصل أولا بالوسط المحيط والتي لا بد ان تستجيب له ، وكما لا بد ان توجد فيها أعضاء الحس والتراكيب العصبية المصاحبة في احسن وضع مفيد .



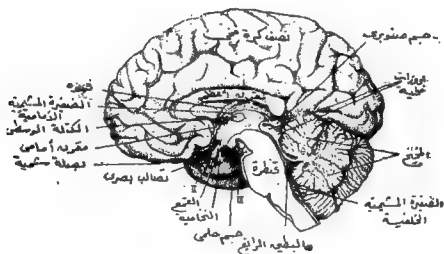
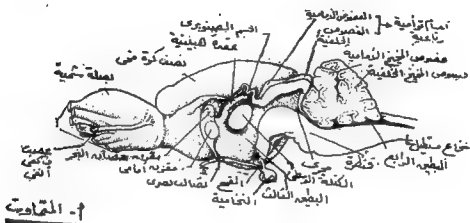
شكل ٣٨٣ - مناظر جانبية للمخ في ١ - أوزة . ب - حصان (مخ الأوزة مثل مخ التمساح ينحرف إلى أعلى في الحياة) (عن بوتشلي وكوينزي وسيمون) .



تركيب المخ : قد يظهر بدائيا أن المخ ان هو الا المنطقة الامامية للانوبية العصبية حيث تتجمع المؤثرات الخاصة بالإضافة الى الانمكاسات المحلية ، وتحول الى عمل في منطقة الجسم نصف الدائرية عن طريق الحبل الشوكي . يوجد مع ذلك في الفقاريات ميل كبير نحو تركيز المراكز المسيطرة على وظائف الجسم في المخ مع تكوين عدد من المراكز المقعدة . ولقد أوضحنا عند مناقشة التركيب البدائي للجهاز العصبي الطريقة التي تضاف بها خلية عصبية مشاركة للقوس الانمكاسي البسيط للعمل على توسيع مجال الاستجابات الممكنة لمؤثر حسي فتزيد كثيرا من اختلاف المؤثرات التي قد تؤدي الى استجابة حركية خاصة . ونظام المخ اساسا هو التوسع في هذه الظاهرة - وذلك بوضع مجموعة من الخلايا العصبية اكثر بين المناطق العصبية الوسطى تتجمع في مراكز وظيفية . وقد يكون للمؤثرات الواردة في مثل هذه المراكز صلة ومكاملة للإستجابات المناسبة او الميكانيكية الحركية المائلة وقد تتكون في مستويات أعلى مراكز مشاركة هي التي قد يكون التعلم والشعور نتيجة لنشاط ذاكرتها .

وسنركز اهتمامنا في هذا المختصر البدائي جدا الى الصفات الخارجية والتراكيب الكبيرة بالأسلوب الذي أعطى في الاشكال ٣٨١ - ٣٨٩ ، ولكن بينما تكون مثل هذه المظاهر السطحية لتشرح المخ واضحة فان ما نستطيع ان نصل اليه من فهم كاف لعمل المخ ليس بأكثر مما نفهمه عن جهاز التليفون من معرفتنا للمظهر الخارجى ونظام حجرة السنترال في مبنى التليفون ، وما هو مهم في جهاز التليفون وهو ترتيب الاسلاك ولوحة التوصيل ، أما في المخ فهى المراكز الرئيسية التي تتم بها الانواع المختلفة من الأنشطة وممرات الالياف التي تتصل بهذه المراكز .

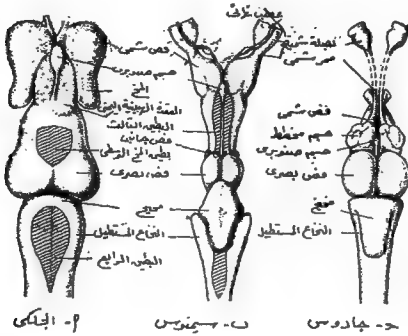
وقد تشيد اسلاك المخ بدائيا لدرجة كبيرة ما هو موجود في الحبل الشوكي تقاطع عام للالياف تصل كل المناطق مع بعضها ، وبظن أن بالمخ كمية محددة الى درجة ما من التوزيع الجغرافى للالياف تصل كل المناطق مع



شكل ٣٨٥ - النصف الأيمن للمخ : منظر وسطي . ١ - المتفاوت
ب - الإنسان . المناطق غير المظلة هي المنطوقة . الجدر الجانبية الداخلية
البارزة لسرير المخ قد تتقابل وتلتحم في الخط الوسطي مكونة الكتلة
الوسطية والتي ليس لها فائدة وظيفية .

(عن لو)

بعضها ، كما توجد ايضا حالة بدائية في الجهاز الشبكي وهى شريط من الخلايا المتشابهة والالياف تحمل المؤثرات الحركية على طول الاعمدة الحركية لساق المخ (كما يرى موضعا فى اشكال ٣٩٩ - ٤٠١) ومع ذلك



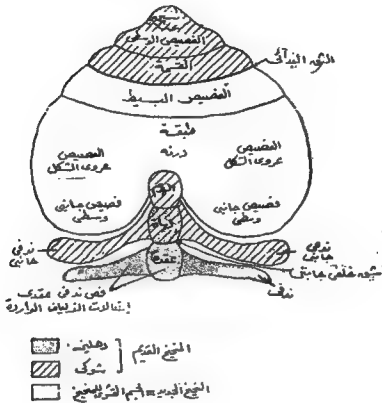
شكل ٣٨٦ - مناظر ظهرية للمخ . ١ - الجلكي ب - القرش . ج - سمكة كاملة التظم (سمك الكود) . المناطق المخططة هي التي أزيلت منها الصغرة المشيمية لأظهار البطين تحتها (عن بوتسلي وأهلبورن) .

هناك ميل قوى بصورة عامة نحو تجمع الخلايا العصبية في مراكز ، وتجمع في الألياف مع الاتصالات المتشابهة في حزم محددة . ولو أن بعض المراكز الخاصة لها أسماء خاصة ويسمى أغلبها « بالمعدن » أو « الأنوية » (مستعملين اسمابولوجيا سيمىء الحظ في معنيين للكلمة الأخيرة) . وحزم الألياف التي تصل النوى بعضها ببعض أو مع الحبل الشوكي تسمى عامة المسارات والألياف المسارات هي طبيعياً محاور الخلايا العصبية التي تقع أجسام خلاياها في النواة من الأصل . والمخ مبنى أساساً على نظام متماثل الجانبين ومن ثم تسمى الاتصالات المتقاطعة لهذه الحزم الليفية بالوصلات أو المقرنات وهي التي لابد أن توجد بين الجانبين لأن الحيوان قد يكون - حرفياً - غير مزدوج الشخصية .

تكوين المخ (شكل ٣٧٨) . نستطيع أن نفهم احسن الطبوغرافية العامة للمخ وأجزائه من خلال دراسة تكوينه . يتكون المخ بسرعة في الجنين - أسرع من أى عضو آخر ، ويتكون ميكراً بنظام تركيبى عام تشاهد عليه الاختلافات

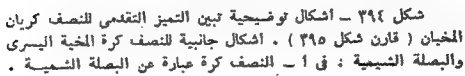
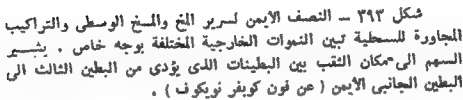
العديدة التي ترى في المخ اليافع في المجموعات المختلفة من الحيوانات . والمخ في الأطوار الأولى عبارة عن منطقة متسعة من الأنبوبة العصبية ، وسرعان ما تميل نهايته الأمامية إلى الانثناء إلى أسفل مكونة الشفة المخية ، وبعد ذلك يقليل يتكون تخرص في المنطقة الخلفية عند نقطة تعرف بالبرزخ . ومن ثم يتكون الانقسام إلى المناطق الكبيرة الثلاث التي تسمى من الأمام إلى الخلف: المخ الأمامي والمخ الوسطى والمخ الخلفى . ومع أن هناك نموات خاصة مختلفة تضاف فيما بعد إلا أن الترتيب الأنبوبي الأصلي لهذه القطع المخية الثلاث لا يزال واضحا في الحيوان اليافع والتي من الممكن أن تعرف كلها كساق المخ ، وهنا توجد على الدوام مراكز لكثير من الوظائف العصبية الهامة البسيطة ولكنها أساسية . والتقسيم الطولي لساق المخ إلى ثلاثة أجزاء حقيقية هامة وهي أن كل جزء من الأجزاء الثلاثة في معظم الفقاريات يصاحب واحدا من الأعضاء الحسية الكبيرة الأنف والعين والأذن والخط الجانبى (شكل ٣٧٩) . ويتكون في كل منطقة من هذه الساق نمو ظهرى من طبقة المسادة السنجابية تشارك بدائيا كل واحد من هذه التراكيب الحسية ، وهذه هي بالترتيب من الأمام إلى الخلف : النصف كريان المخيان من مقدمة المخ ويتصلان بدائيا بالشم ، وسقف المخ الوسطى - الستر - ويشترك مع الإبصار ، والنخاع المستطيل وهو نمو من المخ ويشترك مع الأذن والخط الجانبى .

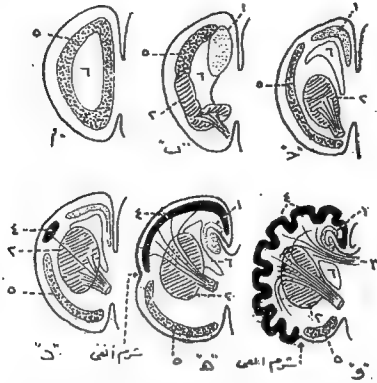
وبمرور الوقت تكون الانقسامات البدائية الثلاث تراكيب يبدأ ظهورها في المخ الأمامى ، فمن قاع المخ تندفع إلى الخارج الحويصلات البصرية التي شرحنا في الفصل السابق ، ويوجد إلى الخلف نمو وسطى يمتد إلى أسفل وهو القمع ، ويصطحب هذا نمو طلائى من سقف الفم إلى أعلى هو جيب الجسم السفلى (جيب راثك) . وفي أطوار متأخرة تتحور أنسجة القمع مع تلك التى تنشأ من الجيب ليكونا الغدة النخامية (أو الجسم السفلى) . وفي الجهة الظهرية تنمو من سقف المخ الأمامى مجموعة من النوءات الوسطية وساق بصرية وسطية (وأحيانا اثنتين) . وإهم ما يلفت النظر ، وهو مهم أيضا ، هو زوج من النوءات الظهرية يتكونان في أقصى الأمام من المخ الأمامى . وهذه هي جيوب جوفاء من الأنسجة تمتد إلى الأمام في اتجاه منطقة الأنف ومنها يتكون النصف كربين المخيين . وأمامها البصيلات التنمية ، وتكون هذه التراكيب مقنعد المخ وهو العقلة النهائية الأمامية للمخ . أما الجزء الفردى من المخ الأمامى فهو سرير المخ وباستمرار النمو توجد



شكل ٣٩١ - مخطط لمنظر سطحي للمخيط في الثدييات (مبينا تفاصيل غير مذكورة في الوصف) . الأجزاء المخططة والمنطقة مختمة بالتوازن (دهليزي) (الاحساسات العضلية (شوكية) وهي الأجزاء الأقدم من الناحية التطورية في المخيط - المنطقة البيضاء اضافة لثدية مختصة بالقسرة في النصف كريين المخين . (من فولتون بعد لارسل) .

خلف منطقة المخ الامامي تحورات كبيرة قليلة نسبيا وبين المخ الوسطى زوجا من الانتفاخات الظهريّة التي تكون الستر وهو بارز في الفقاريات الدنيا . ويتكون المخيط في المخ الخلفي من نمو ظهري من الجزء الامامي من السقف ، ويتغير هنا قليلا في ساق المخ في الحيوان اليافع حيث يسمى النخاع المستطيل . وفي الثدييات مع ذلك يتمدد الجزء تحت المخيط ليكون تركيبا يسمى القنطرة والقنطرة والمخيط الذي يقع فوقها يتميزان كعض مؤخرى في حين يكون الجزء الخلفي من النخاع المستطيل ما يعرف بالمخ اللاحق النخاعي .





شكل ٣٩٥ - أشكال توضيحية لقطاعات عرضية في النصف كرة المخي الأسير تبين أطوارا في الجسم المخطط والقشرة المخية . ١ - حالة بدائية ، نص شمس أساسا والمادة السنجابية في الداخل مميزة قليلا . ب - حالة ترى في البرمائيات الحديثة . المادة السنجابية عميقة عن السطح ولكنها مميزة إلى برنس أولى (= فص شمس) وبرنس قديم (= فص حسان البحر) . واثوية قاعدية (= الجسم المخطط) ،

تابع شكل ٣٩٤

ب - المناطق الظهيرية والبطنية يتميز فيها البرنس القديم (= فص حسان البحر) والاثوية القاعدية (الجسم المخطط) . ج - تحركت الاثوية القاعدية إلى الجزء الداخلي من النصف كرة المخية . د - يظهر البرنس الجديد كمناطق صغيرة (في كثير من الزواحف) . هـ - دفع البرنس القديم إلى السطح الوسطى ولكن البرنس الجديد لا يزال متناسبا الأبعاد . ولا تزال المناطق الشمية واضحة تحت الثرم الأنفي (كما في الثدييات البدائية) . و - تنحصر المنطقة الشمية البدائية في السطح البطنى . وقد كبرت جدا مناطق البرنس الجديد (كما في الثدييات المتقدمة) . المكونات الخلوية المختلفة للنصف كريان مميزة بالألوان .

وقد توضع تراكيب المخ الأساسية للحيوان اليافع في جدول تبعا
للأقسام التي تتكون في الجنين :

مقدم المخ	النصف كريان المخيان . وتشمل الفصوص البصرية والنوى القاعدية (الجسم المخطط) والقشرة المخية (البرنس) والبصلات الشمسية .
سرى المخ :	فوق السرى والبرى والاطراف .

المخ الوسطى السرى ويشمل الفصوص البصرية (الأجسام
التوأمية الأربعة في الثدييات) الفطاء
وساق المخ
وسويقات المخ
في الثدييات

تابع شكل ٣٩٥ : ويصبح الأخير مركزا مختصا بالاتصالات من وإلى السرى (مبيجة
بخطوط تمثل حزم الألياف مقطوعة) . ج - حالة أكثر تقدما قد تحركت فيها
الأنوية القاعدية إلى الداخل ومناطق البرانس تتحرك إلى السطح . د -
زواحف متقدمة بدائية البرنس الجديد . هـ - حالة ثدييات بدائية البرنس
الجديد متمدد مع اتصالات قوية مع ساق المخ . البرنس القديم ملتف
في الوسط كقص حصان البحر . ولا تزال منطقة البرنس الأولى واضحة .
و - ثديى متقدم . البرنس الجديد متمدد جدا وملف . البرنس الأولى
ينحصر في منطقة بطنية كقص كمثرى . الجسم المنمحل يتكون كمقارن
كبير يصل منطقتى البرنس الجديد .

- ١ - البرنس القديم . ٢ - الأنوية القاعدية . ٣ - الجسم
المنمحل . ٤ - البرنس الجديد . ٥ - البرنس الأولى . ٦ - البطنين .
الانواع المختلفة من المادة السنجابية مبينة كما في شكل ٣٩٤ .

المخ المؤخرى } جزء من النخاع المستطيل والمخيخ
والقنطرة في الثدييات .
المخ الخلفى } المخ اللاحق
النخامى } جزء من النخاع المستطيل .

الثديينيات : يبقى التحجيف الأسمى في الأنسوبة العصبية الجنينية في مخ الحيوان على شكل مجموعة من التجاويف والممرات الممتلئة بسائل (شكلي ٣٨٠ ، ٣٩٧) ، ويوجد في كل نصف كرة مخي تحجيف أو بطن جانبي، وتتصل هذه من خلال ثقب صغيرة مع بطن وسطي ثالث في سرير المخ . ويوجد داخل المخ الوسطى في الفقاريات الدنيا بطن تام التكوين ولكن في الرهليات يصبح هذا مراً ضيقاً هو القناة المخية التي تؤدي إلى الخلف إلى البطن الرابع في النخاع . وتتكون عادة في سقف البطن الثالث والرابع مناطق من الأنسجة الرقيقة ذات الشبكات تسمى بالصفائر المشيمية ويحدث من خلالها تبادل بين الدم والسوائل المخية-النخاعية .

النخاع المستطيل : وعندما نقترب من دراسة تركيب المخ فمن المستحسن أن نبدأ أولاً بأجزاء المخ الأيسر في التركيب والتي تشبه إلى حد كبير النخاع الشوكي . والساق المخي أبسط من التحويلات الظاهرية الخاصة . وفي هذا الجزء الذي يقع في منطقة المخ الخلفى وهو النخاع المستطيل نجد تركيباً يشبه أساساً الحبل الشوكي . والواقع أنه من النخاع (ومن الجزء المجاور للمخ الوسطى) تنشأ كل الأعصاب المخية إلا الأعصاب غير المثالية من الأنف والعين . ويشبه النخاع نفسه أساساً قطاعاً في النخاع الشوكي ، إلا أن القناة الوسطى تتسع كثيراً لتكون البطن الرابع ، كما أن السقف يتمدد ليكون الضفيرة المشيمية الخلفية . ونتيجة لذلك تتدفق أعمدة المادة السنجابية لتقع على كل من جانبي البطن . وهذه الأعمدة (شكل ٣٧٧ ، ٣٩٠) هي أساساً الأعمدة الأربعة التي رأيناها موجودة في الحبل الشوكي ومرتبطة بنفس النظام مع ميزاب أنفى يفصل الأعمدة الحسية العليا عن الأعمدة الحركية السفلى . والأعمدة بسيطة في طبيعتها في الجنين ، أما في الحيوان البالغ فهي تملأ مع ذلك (وخاصة في الفقاريات العليا) لتتفرع إلى مجموعات من النوى ذات طبيعة خاصة ، كما هو مبين في شكل ٣٩٢ ب. وتطيناً هذه النوى كل العناصر التي يحتاج إليها في الدوائر الانعكاسية بين الاستقبالات الحسية والأعضاء المستجيبة المتأثرة في الرأس ومنطقة

الخياليم . ومع ذلك نجد بالإضافة الى هذا في الحافة العليا للنخاع المستطيل منطقة خاصة او مجموعة من النوى التي تخدم الاستقبال البدائي للاحاساسات من الإذن ومن أعضاء الخط الجانبى المشاركة بدايا . وقد لاحظنا في الثدييات انه يوجد تخصص ابعد للنخاع المستطيل في التكوين ، ففي الامام منطقة منتفخة هي القنطرة تحتوى على كتلة من الخلايا العصبية - كما هو مبين اخيرا - توصل المؤثرات من النصف كريان الى المخيخ .

وفي الفقاريات الدنيا يكون الجذع والذيل مستقلين عن المخ في نشاطهما الى درجة كبيرة . اما في الاسماك والبرمائيات الذيلية مع ذلك فتحتوى منطقة النخاع على اجسام الخلايا لزوج يستحق المشاهدة من الخلايا العملاقة (خلايا موثر) التي تمتد اليافها على طول الحبل الشوكى وتقوم بالتحكم في الحركات الابقاعية للجذع والذيل وهى على جانب من الاهمية في تحركات الاسماك .

المخيخ (شكلى ٢٩٠ ، ٢٩١) - يوجه المخيخ مرتفعاً فوق ساق المخ عند النهاية الامامية للنخاع المستطيل . والمخيخ مركز مخى كبير الحجم غالباً وذو اهمية قصوى في تنسيق وتنظيم النشاط الحركية والحفاظة على الوضع القائم . وهو يعمل بطريقة سلبية وانعكاسية اساساً في التوازن . ووظيفته في تنظيم النشاط العضلى قد تقارن بعمل « اركان الحرب » في تحركات الجيش . ولتنفيذ الاوامر العامة من قائد الجيش لا بد وان تكون لديه معلومات عن المركز وتحركات التيار والظروف ومعدات وعكد الفرق المعينة . وكذلك فان « الوجه » لحركة عضلية آتية من المراكز العليا للمخ - فلنقل لتحريك طرف - لا يمكن ان تتم بقوة الا اذا كانت هناك معلومات عن الوضع وحركة الطرف وحالة الاسترخاء او الانقباض في العضلات المشتركة والوضع العام للجسم . وتجمع مثل هذه المعلومات في المخيخ وتفحص هناك الاوامر الناتجة والتي ترسل بالاسارات الواردة تجعل الحركة مستمرة . وبالرغم من ان هناك اتصالات مع مراكز حسية مختلفة فان المعلومات المستعملة بالمخيخ في الحيوانات البدائية تنتج من مصدرين هما التراكيب الحسية في عضلات الجسم والوتار والاحساسات التي تنشأ من جهاز التوازن في الاذن واعضاء الخط الجانبى . وقد اوضحنا ان هذه الاحساسات الاخرى تنشأ من هذه المنطقة في الحافة العليا للنخاع المستطيل . والمخيخ يبرز الى اعلى من هذه المنطقة ، ويظهر انه قد نشأ تاريخياً من هذه المراكز السمعية الجانبية .

ويختلف المخيخ كثيرا في الحجم والتركيب من مجموعة الى اخرى ، ويتصل حجمه عامة بالنشاط الحركي للحيوان ، ويرى في أقصى نموه في الطيور والثدييات كما هو مبين في شكل ٣٩١ ، وأجزاءه الأكثر تقدما من ناحية التطور في الفصوص النذفية التي تختص بالتوازن وتتصل من قرب بالأذن الداخلية ، والمخيخ - على عكس أبة منطقة أخرى للمخ إلا النصف كريان المخيان وسقف المخ الوسطى - هو المنطقة التي فيها تتكون القشرة ، وهي سطح مؤلف من طبقات من الصفائح من المواد الخلوية السنجابية المعقدة في تركيبها ، وغالبا ما تكون ملفوفة ، وتتصل القشرة المخيخية مع مناطق المخ الأخرى بحزم سميكة من الألياف التي تكون سويقاتها ، وترى هذه في شكل ٣٩٠ ، وفي الثدييات وليس في الطوائف الأخرى توجد اتصالات قوية في كلا الاتجاهين بين المخيخ والنصف كريان المخيان ، والقنطرة المنخفضة هي نقطة اتصال في المسار من النصف كريان الى المخيخ .

المخ الوسطى وسرير المخ : وعلى عكس الجزء الخلفي من ساق المخ فان المخ الوسطى وسرير المخ يبرزان مظاهر خاصة في كل طوائف الفقاريات .

وتسمى الجدر الجانبية للمخ الوسطى الفطاء وهو يعمل أساسا كقاعدة للمراكز والمسارات التي تحمل المؤثرات الحركية الى أسفل ساق المخ من المراكز العليا . وسقف المخ الوسطى له وظيفة المراجعة . وفي كل الفقاريات ما عدا الثدييات فان الياف العصب البصري التي تدخل المخ في منطقة سرير المخ لا تنتهي هناك ولكنها تستمر الى أعلى وإلى الخلف الى سقف المخ الوسطى أو الستر وهذه منطقة من المادة السنجابية تامة التكوين في كثير من الفقاريات . وبدائيا هي مركز بصرى ، ولكن تنجذب اليه معرات الياف من المراكز الحسية الأخرى - من تلك الخاصة بالأذن والخط الجانبى ومن المناطق الحسية الجسمية ومن الأنف عن طريق النصف كريان المخيان ، وكنتيجة لهذا تجمع هنا المؤثرات الحسية من كل المصادر الجسمية وتحلل وتنشأ الاستجابات الحركية ، ويظهر أن الستر في الأسماك والبرمائيات (حيث النصف كريان متكونان قليلا) هو « القلب » الحقيقي للجهاز العصبى - المركز الذى يدبر أعظم التأثيرات على نشاط الجسم . ولا يزال الستر في الزواحف والطيور منطقة ذات أهمية تجبرى ، ولكن يتنافس في ذلك تكوينات النصف كريان المخيان التي تحجبه في الطيور .

وقد احتمل الستر في الثدييات اختصارا كبيرا في أهميته ، فقد تحولت أغلب وظائفه الى المادة السنجابية للنصف كريان المخيان ، فالواضح أن

معظم المؤثرات الحسية التي تتم في المخ الوسطى في الفقاريات الدنيا قد اقيمت على التذنيات بدلًا من ذلك على "شجرة المخية" . ولا تستقبل هنا حتى الاحساس البصرية ، كما أن الستمو ممثل بزوجين من الانتفاخات الصغيرة (الاجسام الثوائم الأربعة) التي تستخدم فقط الانكسارات العين ومكحطات توصيل للمؤثرات السمعية في طريقها الى النصف كريان المخيان .

سرير المخ : وهو المنطقة التي تحيط بالبطين الثالث للمخ له نموان خارجيان مهمان ظهري وبطني (شكل ٢٩٣) . وقد اوضحنا في الفصل الأخير تكرار وجود تراكيب العين الوسطى او ممثليها من الفند مثل الاعضاء الصنوبرية ، وهنا أيضا تقع الضفيرة المشيمية الامامية وفي بعض الحالات كيس رفينج الجدر هو « التنبوء الجانبي » ، وهو غير معروف الوظيفة ويوجد في قاع سرير المخ التصلب البصري ، وفي اغلب الاسماك كثيرا ما يوجد كيس وعائي كبير غير محدد الفائدة ، واهم تنوعات سرير المخ هي الغدة النخامية او الجسم السفلى المخي - أكبر تركيب هرموني في الجسم وسيوصف في الفصل التالي :

وجدر سرير المخ تسمى السريز . وينقسم هذا ايضا الى فوق السريز او السريز العلوي . والسريز الأصلي والسريز التحتاني فوق السريز قليل الأهمية في انه (على سبيل المثال) ينظم درجات الحرارة في الطيور والثدييات ، كما يتحكم السريز التحتاني في النوم في الطائفة الأخيرة .

السريز الأصلي في الفقاريات الدنيا منطقة ذات أهمية معتدلة ، ولكنه في كل حالة عبارة عن منطقة نقل السيلالات من وإلى النصف كريان المخيان . الجزء البطني من السريز نقطة امامية للأعمدة الحركية لساق المخ والحبل الشوكي ، وتؤدي وظيفة مركز نقل لجزء على الأقل من السيلالات الحركية المتجهة إلى أسفل من النصف كريان ، أما الجزء الظهري من السريز فهو مركز نقل حتى للسيلالات المتجهة إلى أعلى إلى النصف كريان المخيان ، وفي الفقاريات الدنيا حيث النصف كريان غير متكونين نسبيا تصبح هذه المنطقة غير ذات أهمية كبرى . ولكن في مجموعات الفقاريات العليا ، حيث يصبح نصفًا كرة المخ - كما سوف يتضح لنا - هما مركزي الارتباط السائدان ، فان وظائف السريز الظهري تصبح بارزة ، وتنقل المؤثرات الواردة من الجلد والمؤثرات السمعية إلى المستويات الأعلى عن طريق يور السريز الظهري ، بل ان هناك ما هو أبعد من هذا ، اذ ان ألياف العصب البصري - التي تنوص

في معظم الفقاريات خلال سريان المخ لتصل الى سقف المخ الاوسط - نجدها في الثدييات تنتقل عند هذا الوضع الى المادة السنجابية في نصفى كرة المخ.

نصف الكرة المخية : تطور نصفى الكرة المخية قصة عظيمة تستحق المشاهدة في التشريح المقارن ، وقد ابتدا هذا النمو الزوجى من المخ الامامى - كما يظهر - ببساطة كمجال للاستقبال الشمسى ، وفي تاريخ رباعيات القدم المبكر اصبح هذان النصفان كبيرين ومركزين هامين للعلاقات الحسية. وفي الوقت الذى وصل التطور فيه الى مرحلة الثدييات اصبحت الأسطح المتسعة للنصفى كرة المراكز الرابطة السائدة ومكان القوة العقلية العظمى ، وتكوين مثل هذه المراكز في هذه المنطقة يؤكد أهمية حاسة الشم في الفقاريات وكما رأينا من قبل فان الجهاز السمعى الجانبي والابصار حاستان بنيت عليهما العلاقات الميكانيكية العامة في التاريخ المبكر للفقاريات . ولكن على طول الزمن اثبت الشم انه هو السائد ، والشم قليل الأهمية في الرئيسيات العليا كما في بنى الانسان مثلا . ولكن في أغلب مجموعات الفقاريات كان هو اعظم ممر تستقبل من خلاله المعلومات من الدنيا الخارجية ، ومن ثم كان طبيعيا ان يكون مركزه المخى قاعدة لبناء الارتباطات العليا والميكانيكية .

وطالئع المخ في أقصى الامام هي زوج من البصلات الشمية التى توجد فيها الياف من الخلايا الشمية للأنف تستقبل وتنقل الى الخلف من خلال مسار شمسى الى نصفى الكرة المخية ، وتوجد هذه التراكيب بشكل عام ولكنها صغيرة نسبيا وغير تامة التمييز في الأسماك ، والأجزاء الامامية من النصفى كرة هي المزدوجة فقط . وبدائيا كما يرى في دائريات الفم يعمل النصفى كرة بطريقة لا تزال موجودة في الفقاريات العليا فقط في هذا الجزء من التراكيب الذى يسمى بالفصوص الشمية (شكل ٣٩٤ ، ١ ، ٣٩٥) . وفي مثل هذه المناطق تتجمع الاحساسات الشمية ، ثم تنقل هذه التفاعلات الشمية الى المراكز الخلفية اكثر ، ويتجه قليل من الألياف اذا وجد عكس الاتجاه من ساق المخ الى النصفى كرة للارتباط هناك .

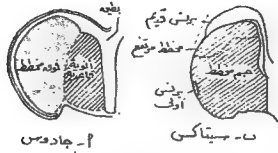
وفي نموذج اكثر تقدما. نوعا ما من نصفى الكرة كذلك الذى يرى في البرمائيات (اشكال ٣٩٤ ت ، ٣٩٥ ب) يمكن أن تقسم أغلب انسجة نصفى الكرة الى ثلاث مناطق تبعا لأهميتها التاريخية في الفقاريات الأكثر تقدما ، والمادة السنجابية لمعظم نصفى الكرة تميل في هذه الحيوانات الأعلى للتحرك الى الخارج من مكانها الداخلى البدائى الى السطح لتصبح القشرة المخية أو الرنس (الحرمة) . ولا تزال أغلب المادة السنجابية في الداخل في البرمائيات ٤

ولكن هذه الأسماك قد تستعمل على ضوء التاريخ المتأخر ، ثم يأتى شريط من الإسجة على طول الجدار الجانبى للنصفى كرة ، وهو البرنس الأولى، وله وظيفة شمعية بسيطة ، ويميل ليكون الفصوص الشمعية (الكمثرية الشكل) فى الأنواع المتقدمة ، وفى الجهة الظهرية من الوسط يوجد البرنس القدم وهو الى درجة ما مركز ارتباط مهيا ليصبح فيما بعد نص جصان البحر فى الثدييات ، ويظهر أنه يتصل بالتصرفات العاطفية . وفى الجهة البطنية توجد منطقة كبيرة من المادة السنجابية التى تبقى فى الداخل فى التكوين الأعلى لتراكيب نصفى الكرة ، وتكون النوى القاعدية (الجسم المخطط) فى الثدييات .

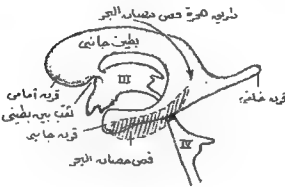
٤ ويرى فى الأسماك كاملة التعظم نوع من المخ الامامى الشاذ ، والذي قد يوصف هنا بين قوسين (شكل ٣٩٦ أ) ففى هذه الأسماك لا يوجد أى ميل نحو التحرك الخارجى للمادة السنجابية الذى يشاهد فى رباعيات القدم العليا ، وعلى العكس تكون الجدر الخارجية لنصفى الكرة عبارة عن أغشية رقيقة ، وتكون المواد الخلوية مزدحمة فى كتلة تبرز الى البطن من اسفل .

وفى الزواحف (شكل ٣٩٤ ج ، ٣٩٥ د) قد تقدم نصفا الكرة هن تلك الخاصة بالبرمائيات فى كل من الحجم والتعقيد فى التركيب ، ويميل بعض المادة السنجابية الى اتخاذ مكان مسطح ، وقد تحركت النوى القاعدية الى الداخل لتشغل منطقة كبيرة من القاع وبميدة من أن تكون شمعية فقط فى طبيعتها . ويتجه نوء قوى من حزم الالياف الى أعلى من السرير الى النوى ، ومنها الى الخلف الى ساق المخ ؛ إذ أن النوى القاعدية مراكز ربط واضحة هامة ، وقد تقدم أكثر هذا الميل لتكوين الأنوية القاعدية فى الطيور (شكل ٣٩٦ ب) ، ففى الطيور يكون نصفا الكرة كبيران ، ولكن نوهما للامتداد العظيم للنوى القاعدية ، والجدر الخارجية لنصفى الكرة ضعيفة التكوين . ومن الواضح أن النوى القاعدية تكون مركز ربط قد يعتقد الشخص أن فيه تتركز الميكانيكية التى تستندى النظام الفرازى المعقد الذى يشاهد فى الطيور .

وقد اتخذ تطور المخ فى الثدييات طريقا آخر غير ذلك الذى اتخذته الطيور (شكل ٣٩٤ د ، ٣٩٥ د - و) ، والنوى القاعدية جيدة التكوين نوعا داخل نصفى الكرة كجسم مخطط ، والمنطقة القشرية الشمعية القديمة الطراز - البرنس البدائى - تبقى كفصوص كمثرية الشكل صغيرة نسبيا ،



شكل
٣٩٦



شكل
٣٩٧

شكل ٣٩٦ - أنواع شاذة من المخ الامامي . قطاع في نصف الكرة المخي الأيسر في : أ - سمكة التعظم (سمك الكود) . ب - طائر (بيناء) . في الأسماك كاملة التعظم سقف البطينات غشاء فقط . المادة السنجابية دفعت الى أسفل وإلى الداخل لتتصل بالأنوية القاعدية (أو المخططة) فوق مخطط ، وفي الطيور القشرة ضعيفة التكوين ولكن يوجد (و) ؟! أسماك كاملة التعظم (تكوين أكبر للأنوية القاعدية (أو الجسم المخطط) . وهناك منطقة ظهرية تسمى « فوق مخطط » يظن أنها مركز ارتباط من النوع العالي . ط - بطين . الأنوية القاعدية مخططة .

شكل ٣٩٧ - البطينات المخية لنوع من الثدييات المتقدمة (الإنسان) في منظر جانبي من اليسار . البطينات ممثلة كأجسام مجسمة وانسجة المخ قد أزيلت ، مع امتداد نصفي الكرة المخيان امتد البطين الجانبي إلى قرن خلفي في الفص المؤخرى ، وكذلك إلى أسفل وإلى الأمام على الجانبين إلى قرن جانبي في الفص الصدغي . ومع هذا الامتداد الخلفي والسفلي تحدث إزاحات في أماكن أجزاء المخ . فص حضان البحر الذي تكون ظهريا في السطح الوسطى لنصفي الكرة (قارن شكل ٣٩٥ و) . قد التف في الثدييات المتقدمة إلى الخلف وإلى أسفل مكان بطنى بجوار الخط الوسطى.



شكل ٣٩٨ - منظر جانبي في ١ - مخ الشرو و ب - مخ الانسان لبيين
مناطق القشرة .

ويبقى أيضا البرنس القديم كقص حصان البحر ، وهو عبارة عن منطقة صغيرة كثيفة من السطح الوسطى لنصف الكرة . وفي الثدييات يوضع تركيز على نوع جديد من المادة السنجابية السطحية وهي البرنس الجديد أو القشرة الجديدة ، وقد يتكون هذا الى درجة قليلة في الزواحف ، أما في الثدييات فإن البرنس الجديد يأخذ الجزء الأكبر من السطح الممتد والأكبر تلافيفاً من نصف الكرة . وهذا الفضاء الجديد من البداية نوع عال التكوين من مراكز الربط مع أربع أو ست طبقات من الخلايا الموجودة على طوله ، وهو مثل النوى القاعدية يستقبل اليافا تنقل اليه المؤثرات الحسية من ساق المخ . وكما أنه قد تكون في تطور الثدييات فإنه أخذ كل الوظائف العقلية الكبرى الموجودة في الستر أو الانوية القاعدية في المجموعات الأخرى ، ولم يصبح فقط المركز الوجه الأعظم لنشاط الحيوان ولكن قاعدة الذاكرة والصفات الأخرى كالنباهة والشعور التي تنسب لكانن ثديي ، وتقوم عادة مراكز قديمة أخرى مثل الستر والنوى القاعدية بالتحكم في النشاط العضلي من خلال محطات مختلفة ، وقد كون الستر الجديد في الثدييات ممراً اهرامياً من الألياف يمتد من القشرة مباشرة الى المناطق الحركية الإرادية في الساق والجل .

ومع الامتداد يميل البرنس الجديد لنصف الكرة للتفتية والاحاطة بالتراكيب المخية الأخرى في الثدييات الأكثر تقدماً ، وكما يرى من مقارنة أمخاخ الثدييات البدائية كتلك المثلة في الأشكال ٣٨٢ ج ، ٣٨٥ ، ٣٨٧ ج مع الأشكال ٣٨٣ ب ، ٣٨٥ ب ، ٣٨٨ ب أنه توجد في هذه العملية ازاحة كبيرة وتعريف لمناطق نصف الكرة الإقدم وبناءة معقدة للبطنيات المحصورة

كما يرى في شكل ٣٩٧ . ولما كان البرنس اساسا عبارة عن صفحة اكثر مما يكون كتلة صماء في المواد فان الزيادة البسيطة في حجم نصف الكرة تصبح وسيلة غير مقنعة في النمو ، وفي انواع الثدييات المتقدمة تلتف القشرة كثيرا وتكون ثنيات او تلافيف يتخللها شقوق تسمى بالأخاديد .

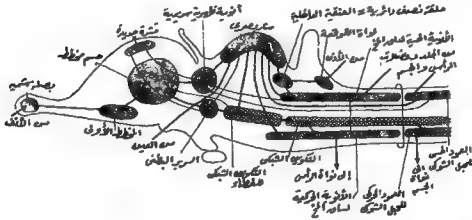
وتوصف قشرة الثدييات غالبا بأنها تتكون من فصوص (جبهى ، وجانبى ، ومؤخرى ، وصدغى) وهذه المسميات هى طوبوغرافية تقريبا وليس لها معنى دقيق فيما يختص ببنائها او وظيفتها من مناطق القشرة ، ويوجد جهاز « سلكى » معقد يصل كل اجزاء القشرة بعضها لبعض ويوحى بان المادة السنجابية اساسا وحدة لها قدرة متساوية في كل اجزائها لاي نشاط مخى ، وتظهر التجارب على حيوانات المعمل ودراسة النتائج للأمراض او الاضرار في مخ الانسان ان هذا صحيح الى درجة كبيرة . وواضح ايضا من جهة اخرى ان بعض مناطق القشرة تتصل طبيعيا بوظائف خاصة (شكل ٣٩٨) . ويشتمل الجزء الأمامى من البرنس على منطقة حركية ويختص الجزء الخلفى بالاستقبالات الحسية ، ومناطق خاصة تختص بالأذن والعين ، وفي منطقة عامة حسية جسمية توجد مناطق محددة للاستقبال من الجلد والاحساسات من مستقبلات الحس الخاصة من اجزاء خاصة مختلفة من الجسم ، ومع ذلك نجد في الانسان بصفة خاصة أن هذه المناطق ذات الوظائف الخاصة من البرنس الجديد تشغل فقط جزءا صغيرا نسبيا من السطح . ويوجد بينهما مناطق غير مشغولة من المادة السنجابية وهى المنطقة الأكثر وضوحا والتي تشغل اكثر الفص الجبهى . ويظهر ان هذه المناطق بعيدة عن عدم الانشغال فهى مناطق رابطة من النوع الأعلى والأعم وقاعدة لكثير من الخواص العقلية كقابلية التعليم والابتكار وتدبر العواقب والحكم على الأشياء .

نماذج المخ (ملخص) : قد نلخص هنا بعض الصفات الأساسية لتراكيب المخ والتي ذكرت بطريقة مختصرة فيما سبق .

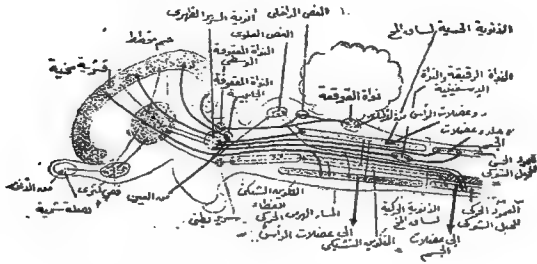
وجزاء كبير من ساق المخ منطقة بدائية باقية بأعمدة حسية وحركية ومراكز تشبه كثيرا تلك الخاصة بالحبل الشوكى : وكان تاريخ تطور المخ اساسا عبارة عن احدى التكوينات للمراكز العالية فوق وأمام النخاع ، والمراكز الأكثر وضوحا من هذه هى التنوات الظهرية من المادة السنجابية

الصفحية التي نمذ في المناطق المعنية مع الحواس الخاصة الثلاث . وفي مثل هذه المراكز تجمع المعلومات وتبحث وترسل المؤثرات الحركية الناتجة الى المناطق الحركية لساق المنح والجل الشوكي .

١ - المركز الاولى للاستقبالات الخاصة بالتوازن ومنبهات الخط الجانبى تقع كلها في النخاع الذى يتكون فوق المخيخ ، ولا يعرض على اداء اى حركة جسمية الا تلك الانعكاسات الخاصة بأوضاع الجسم المختلفة ، ولكنه يؤمن على ان تصل الى الخارج بطريقة صحيحة الاتجاهات الحركية التى نشأت في المراكز الأخرى ، وتأتى البيانات الأساسية التى تعتمد عليها أساسا من الأذن المجاورة ومراكز الخط الجانبى وجهاز مستقبلات الحس الخاصة للعضلات والأوتار . وتوجد في الثدييات اتصالات دقيقة بين المخيخ ونصف الكرة .



شكل ٣٩٩ - شكل توضيحي للمراكز الرئيسية والنظام « السلكى » في الزواحف الذى تلعب فيه منطقة الستر للمخ الوسطى دورا أساسيا : الجسم المخطط (العقد القاعدية) لها بمض الأهمية كمراكز ربط ، ولكن القشرة الجديدة (البرنس الجديد) غير مهم . التكوين الشبكى لساق المنح (خطوط متصالبة) هام في حمل البواث الحركية الى انوية الساق والجل الشوكي . وفي هذا الشكل المبسط جدا مبين عدد محدود من الممرات بين المستقبلات الجسمية والمناثرة . المراكز الحشوية والممرات محدودة مثل الاتصالات المخيخية . (مبين في شكل ٣٩٠) .



شكل ٤٠١ - شكل توضيحي للأسلاك في مخ الثدييات يشبه اشكال ٣٩٩ ، ٤٠٠ . ستر المخ الوسطى مختصر الى مركز انعكاس صغير ، والجسم المخطط غير هام نسبيا . ومعظم المؤثرات الحسية ترسل الى اعلى قشرة المخ حيث يوجد محور حركي مباشر (ممر هرموني) يمتد للمراكز الحركية في ساق المخ والجبل الشوكي .

المادة السنجابية للقشرة مركز جديد اعظم اتساعا للربط والتجمع وهو الستر الجديد . ويدل هذا على ان الجزء الاعظم من الوظائف العظمى حالا تتركز في الستر، او الجسم المخطط تحصل على نظام تام من المعلومات الجسمية الحسية من خلال الياف بارزة من السرير ، وتكون مباشرة ممرات حركية للاعمدة الحركية للمخ والنخاع الشوكي .

الفصل المابعد عشر أعضاء الغدد الصماء

لقد وصفنا في الفصل الأخير الجهاز العصبي موضحين انه معقد جدا ولكنه ذو قدرة عالية في تنظيم النشاط الجسمية برسائل تستقبل من . وترسل الى ، مناطق خاصة من الجسم بسرعة وبدقة . وسنتكلم هنا عن جهاز ثان متكامل تحمل بتأثيره التعليمات والتوجيهات من خلال الدم برسائل كيميائية تسمى الهرمونات التي تنتجها الغدد الصم . وهذه الوسيلة في النقل هي طبيعيا ابطا من النقل بواسطة النبض العصبي ، كما أن تأثير الهرمونات غالبا ما يكون اوسع انتشارا في الجسم حيث يصل الى اعضاء مختلفة وانسجة بعكس ما تستطيعه « شبكة الدبوس » في الجهاز العصبي . ولكن بالرغم من انتقال الهرمونات الفاض وغير المقول ، فان كثيرا من الهرمونات ليست مهمة فقط ولكنها ضرورية جدا للبقاء على حياة الكائن الحي .

وقد جمعت في هذا الفصل للتبسيط حقائق عن كل التراكيب الموجودة في الجسم والمعروفة بانها تنتج هرمونات ، وهي مع انها لا تكون جهازا عضويا الا انها منتشرة هنا وهناك في الجسم ، وكما يقال في بعض الحالات من المقدمة الى الدفة ، وقد تنشأ من مصادر مختلفة . ويشبه الوضع هنا الى حد ما وضع الاعضاء المكونة للدم ، وكما انه لا يهنا في اى جزء من اجزاء الجسم تنتج الكريات الدموية فان المنطقة التي تنتج الهرمونات ايضا غير محددة ما دامت هذه الهرمونات تستطيع ان تمر في بعض عناصر الجهاز الدورى ومنه يتم توزيعها على الجسم .

ومع ان الجهازين العصبي والهرموني منفصلان الا انها لا يستقلان تماما بعضهما عن بعض ، وقد يتأثر الجهاز العصبي تأثيرا شديدا بالهرمونات مباشرة او غير مباشرة . ومن جهة اخرى فان الغدة المسيطرة على الجهاز الهرموني وهي الغدة النخامية تتأثر كثيرا بالسريز التحتاني المجاور لها ، كما ان بعض هرمونات هذه الغدة تنتجها عقد عصبية موجودة في هذه المنطقة من المخ ، كما ان نخاع الغدة الكظرية ولو انه عضو هرموني الا انه يتكون من خلايا عصبية محورة .

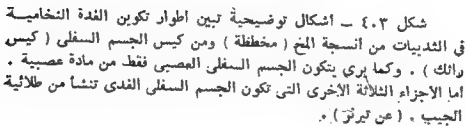
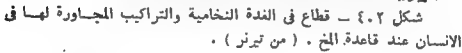
والآن نتساءل عن هذين الجهازين المنظمين أيهما أقدم العصبى أو الهرمونى ؟ لا يوجد جواب واضح على هذا ، ومن المحتمل أن يكون الجهازان قد تطورا بطريقة واحدة . فالأجهزة العصبية البدائية توجد فى الحيوانات الميثازوا (البعديات) البدائية جدا ، والأجهزة الهرمونية معروفة فى عدد من اللافقاريات . ومما لا شك فيه أن هناك الكثير مما ينتظر إزاحة الغطاء عنه . وأية مادة كيميائية تعطىها أية خلية فى الجسم كنتيجة لعمليات الأيض فيها من الممكن أن يكون تأثيرها نافعا أو ضارا فى الأجزاء الأخرى للكائن الحي . ومن المؤكد أنه قد نشأت فى أثناء تطور الحبلات عمليات من الانتخاب التطورى للمنتجات الكيميائية التى تفيد وتخدم حياة الكائن الحي . وهى عمليات تشبه فى الطبيعة تلك التى تطورت تحت تأثيرها التراكيب المورفولوجية .

الجسم السفلى المخى

يوجد فى المخ منطقة سرير المخ تركيب صغير ولكنه ذو أهمية كبرى ، وهو العضو الهرمونى الأكبر فى الجسم - الغدة النخامية أو الجسم السفلى . المخ (أشكال ٢٠٩ ، ٣٨١ - ٣٨٥ ، ٣٩١ ، ٣٩١ ، ٤٠٢ ، ٤٠٣) . وفى معظم الفقاريات تكون الأنسجة النخامية كتلة واحدة مدمجة توجد داخل كيس (السرج التركى) فى قاع حافظة المخ . ومع ذلك فإن الغدة فى الواقع تركيبا مزدوجا ولجزئها أصلا جنينيا مختلفا ويعملان بطرق مختلفة . (شكل ٤٠٤) .

وتتمدد من سرير المخ الجنينى الى أسفل استطالة جوفاء تشبه الإصبع ، وهى القمع كما ينمو الى أعلى من الفم الجنينى كيس إكتودرمى هو كيس الجسم السفلى (كيس رانك) . ومن هذين التركيبين الجنينيين تنفص كل من الأنسجة التى تكون بعضها مع بعض مكونة الغدة النخامية والجسم السفلى المخى فى الحيوان البالغ .

ولو أنه تطلق أسماء مختلفة على أجزاء الغدة ، فمن المستحسن اعتبارها مكونة من جزئين أو فصين تبعاً لنشأتها الجنينية . الجسم السفلى السفلى الذى ينشأ من كيس الجسم السفلى والجسم السفلى العصبى الذى يتكون من أنسجة المخ ، والواقع أن الجزء الأكبر من الجسم السفلى السفلى - فى الحقيقة الجزء الأكبر من

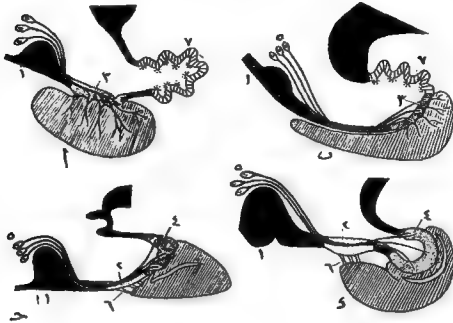


الفدة كلها - هو الفص الامامى . وبالإضافة الى ذلك يمكن تمييز (وخاصة في الثدييات) الفص الدرني الذي ينمو حول ساق القمع والفص المتوسط الذي قد يلتحم مع الجزء العصبي من الفدة . ويتكون الجسم السفلى العصبي اساسا من فص عصبي . ولكن القمع الذي يتكون من قاعدة الفص يمكن ان يعتبر جزءا من الجسم السفلى العصبي . وكما سنرى فان جزءا صغيرا من السرير النخامى هو من جهة الوظيفة ايضا جزء من جهاز الجسم السفلى العصبي .

ويوجد اختلاف كبير في تركيب الفدة النخامية بين بعض الفقاريات الدنيا ، ففي الجلكى على سبيل المثال لا يوجد فص عصبي متكون وما يقابله ببساطة هو صفحة من الأنسجة في قاع سرير المخ ، ويتكون الجسم السفلى الفدى من نسيج ينشأ من انبوبة تؤدي الى الخلف تحت المخ من الفتحة الأفقية (شكل ٢٣١ ب ، ص) . وفي الأسماك الغضروفية يوجد قمع واضح وكتلة متكونة جيدا من نسيج الفص العصبي ، ويوجد هنا وفي كل الأنواع الأعلى تقريبا كيس الجسم السفلى مقفل ، ويوجد كيس سفلى غدى متكون تماما ، ولكن لا توجد في الأسماك الشبيهة بالقروش والأنواع ذات الزمائف المشععة انقسامات ملحوظة في هذا الجزء من الفدة ، ويوجد في الأسماك الرئوية ، وفي أغلب الحيوانات الأرضية فص متوسط واضح بالإضافة الى الفص الامامى ، ولكن الفص الدرني تكوين غير عادى نسبيا .

وكان يظن املا ان الهرمونات التي تنتج من جزئى الجسم السفلى كانت تنتجها خلايا تقع في العضو نفسه ، ولكن ظهر في السنين الحديثة مع ذلك ان الفص العصبي هو تقريبا منطقة اختزان للهرمونات التي تمر الى الدم . وتتكون الهرمونات حقيقة في اجسام الخلايا العصبية للمخ في الجهاز العصبي ، وتقع في انوية الجسم السفلى التي تسمى فوق بصرى واللتوى جدار البطنية . والمواد التي تفرزها هذه الخلايا تمر الى اسفل عبر محاورها الى الفص العصبي لتخزن هناك ، ومن ثم تدخل الى الدم .

وعلى العكس من ذلك فان الهرمونات الأكثر عددا التي ينتجها الجسم الفدى - كلا من الفص الامامى والفص الوسطى تفرز - بكتل الخلايا التي توجد حقيقة في هذه التركيبات . ويتأثر الجسم السفلى الفدى بقوة بالمخ في انتاجه للهرمونات . والوسيلة التي يتم بها هذا التأثير مهمة ، ففي



شكل ٤٠٤ - قطاع طولى وسطى في الفم النخامية . ١ - سمكة كاملة
التعظم وهي لعبان السمك . ب - القرش - كلب السمك . ج - سمكة
رئوية « بروتوبرس » . د - حيوان رهلى . الجسم السفلى الفمى (مخطط
بخطوط رفيعة) . الجسم السفلى العصبى (منقط) ١ - التصالب البصرى .
٢ - الفتحة الوسطى . ٣ - الجسم السفلى العصبى . ٤ - الفص
العصبى المتكون . ٥ - الأتوية قبل البصرية العصبية الانزالية ٦ -
الأوعية البابية . ٧ - أكياس وعائية . وتبين هذه القطاعات خاصة
الأمداد العصبى الانزالى الى الجسم السفلى العصبى والجهاز البابى في
الأسماك الرئوية . و - رباعيات القدم . (من وينج ستراند) .

كثير من الأسماك تمر الياف عصبية الى الجسم السفلى الفمى ، فهذه
مما معقولا عن طريقه يستطيع المخ أن يؤثر في النشاط الفمى . ولكن ليست
هذه هي الحال في الأسماك الرئوية ورباعيات القدم فقد تدخل الياف عصبية
الفص الوسطى ، ولكن (وذلك فيما عدا الالياف التى يظهر أنها الياف عصبية
ذاتية للأوعية الدموية) لا يخترق أحدها الفص الأمامى حيث تتكون كل
الهرمونات تقريبا . في مثل هذه الحالة كيف يستطيع المخ أن يؤثر في العقدة ؟

والمعتقد أن ذلك يتم عن طريق غير مباشر من خلال جهاز بابى محلى
عجيب من أوعية دموية دقيقة . فالأوعية التى تحمل الدم الشريانى الى

الجسم السفلى الفدى تمر بالقرب من ، او من خلال ، قاع سرير المخ امام القمع . ويوجد ممر يحمل الاقراص الى الفص العصبى من خلال نفس المنطقة ، وهى التى تميل فى الثدييات خاصة لتكوين جزء صغير من انتفاخ على السطح السفلى للمخ يسمى الفتحة الوسطى وفى الاسماك الرئوية ورباعيات القدم تدخل الاوعية الدموية الى الجزء السفلى الفدى منطقة الفتحة الوسطى ، وتتفرع الى جهاز شعيرى ، ثم تجمع ثانية كمجموعة من الاوردة البابية الصغيرة لتمر الى الفص الامامى ، ويظن ان الدم فى اثناء مروره خلال الفتحة الوسطى يلتقط مواد السائل العصبى التى تؤدى وظيفتها كعامل ينقل « التعليمات » من المخ الى الغدة . ويظهر ان هذا الطريق دائرى عجيب يؤدى وظيفة هامة ، ولكن لم تعرف ولم تقترح طريقة مؤثرة اخرى .

وقد عملت محاولات لمعرفة اسلاف الجسم السفلى او مكوناته فى الحليات الدنيا . فللسهم قطع صغيرة فى سقف الفم وقاع انبوبة المخ العليا ، وهى تقارن بجيب الجسم السفلى والقمع على التسوالى ، ولكن وجه الشبه غير واضح تماما . وتوجد فى الغلايات اليافعة غدة عصبية تذكرنا من بعض الوجوه بالغدة النخامية (شكل ١٦) . وتفتح هذه الغدة فى الجانب الظهري المورفولوجى للدخل البلعوم ، وتقع ملاصقة وتحت عقدة عصبية هى اقرب ما تكون الى تركيب مخى موجود فى الجهاز العصبى البسيط فى الغلايات اليافعة . ومن الناحية المورفولوجية قد تعتبر الغدة العصبية منطقيا كسلف للجسم السفلى ، ولكن لا يوجد دليل ايجابى على انها تركيب ينتج هرمونات .

ومن المعروف ان الغدة النخامية تفرز حوالى تسعة او عشرة هرمونات . ولا تزال هناك هرمونات اخرى موجودة او يظن انها موجودة فى هذه الغدة . والجزء الاكبر من الدراسات التى تختص بالهرمونات عملت على الغدة النخامية فى الثدييات ، ولكن جزءا كبيرا من هذه المجموعة الهرمونية كلها قد وجد فى طوائف الفقاريات . واغلب الهرمونات النخامية ينتجها الجسم السفلى الفدى وخاصة الفص الامامى ، وكلها بروتينات او بوليتيدات ومن الممكن وضعها فى كشف ووصفها باختصار .

هرمون النمو او تروفين جسمى (ه . ت . ج) وله تأثير كبير فى النمو والايض عامة ، مع تأثير واضح على نمو الهيكل العظمى والمضلات وايض

الدهون والكربوهيدرات وحفظ أزوت البروتين في الأنسجة ، وأخيرا يزيد من تأثير الهرمونات الأخرى على نشاط الغدة الدرقية وقشرة الكظر والأعضاء التناسلية .

كورتيكوتروپين (ا . ك . ث . ف) وهو حيوى بالنسبة لنشاط قشرة الكظر في إفرازها للهرمونات وله بعض التأثير في الأبيض في حالات أخرى .

ثيروتروپين (ه . ج . د . و) وهو ضرورى ، كحافز للغدة الدرقية لتكون وتفرز الهرمونات الدرقية .

برولاكتين ويختص أساسا بالتراكيب الجنسية ونشاطها ، ولذلك فهو يسمى مع الهرمونات التالية « جوناډوتروفيك » وهذه الهرمونات تعرف جيدا في الثدييات كما أنها سميت من ملاحظة تأثيراتها على هذه الحيوانات . ويؤثر البرولاكتين في إفراز اللبن ويطيل في الحياة الوظيفية للجسم الأصفر (وما ينتج عن ذلك من استمرار إفراز البروجسترون) . ونحن نعرف القليل عن وظائفه في الفقاريات الأخرى إلا بعض الملاحظات مثل تأثيره في غدة الحوصلة لتفدية صفار الحمام ، كما أنه يحفز النيت على الدخول في الماء للأغراض التناسلية .

الهرمون المصفر (ه . و . ص) أو الهرمون الحافز للخلايا البينية :
(ه . ح . خ . ب) وهو يؤثر في نضج المناسل وإنتاج الهرمونات الجنسية ويؤثر في تكوين الجسم الأصفر ، وإفراز البروجسترون في البيض ، وينشط الخلايا البينية في الخصيتين ، ويحفز إنتاج الهرمونات الذكرية ونسج الحيوانات المنوية .

الهرمون الحافز لحويصلات المبيض : (ه . ح . ح . م) يحفز نمو الحويصلات المبيضية وبالإشتراك مع الهرمون المصفر يحفز إفراز الهرمونات الجنسية الأنثوية ، وكذلك البيض وقد يساعد أيضا على نضج الحيوانات المنوية .

الهرمون المتوسط أو الهرمون الحافز للخلايا الحاملة للون الأسود :
(ه . ح . خ . م) ويؤثر انتشار الجيوب الملونة في الخلايا السوداء ويصبح لون الجلد داكنا . وعلى عكس الهرمونات التي ذكرت فإن هذا

الهرمون (كما يدل اسمه) ينتج الجزء الأوسط من الغدة عندما يتم تكوين هذا الجزء .

هرمون تركيز الحبيبات السوداء : (ه . ت . ح . س) ويعمل عكس الهرمون المتوسط ويسبب تركيز الحبيبات السوداء داخل الخلايا السوداء ويوجد هذا الهرمون في الأسماك والبرمائيات ولكنه كما يظهر لا يوجد في الرهليات .

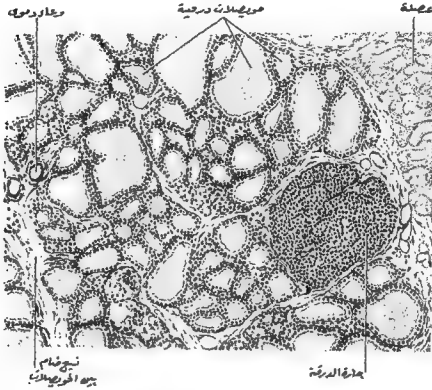
وعلى عكس هذه الثروة من الهرمونات التي ينتجها الجسم السفلى الفدى فإن الجسم السفلى العصبي يفرز هرمونين اثنين هما : البوليتيد فاسورسين أو الهرمون المضاد لادرار البول وأكسيتوسين . ويختص الأول منهما بزيادة ضغط الدم عن طريق انقباض الشرنينات والتحكم في اخراج الماء أو أخذه بطرق مختلفة في الأنواع المختلفة من الفقاريات . أما الثاني وهو الأكسيتوسين فهو معروف جيداً من تأثيره في أنثى الثدييات في انقباض عضلات الرحم وتكوين غدد اللبن وإفرازه بعد ولادة الصغار . ويظهر من ذلك أن لهذا الهرمون تأثيراً جنسياً على الأقل على بعض الفقاريات الأخرى ، وعلى سبيل المثال الأبياض في أسماك المينو (١) . ويظهر واضحاً أنه يعكس أهمية الهرمونات العديدة للجسم السفلى الفدى . فإن هرمونات الفص العصبي غير ضرورية وتلعب دوراً بسيطاً في اقتصاديات الجسم .

الفقد جارات الدرقية

ومن بين الغدد التي تنشأ من منطقة الجيب الخيشومي للجنين في رباعيات القدم توجد تراكيب صغيرة وعادةً ما تكون زوجين اثنين ، وتسمى بالفقد جارات الدرقية (أشكال ٢٤٥ ، ٢٤٦ ، ٢٤٧ ؛ شكل ٤٠٥) . وتقع هذه التراكيب في الحيوان البالغ في أمكنة مختلفة نوعاً ما في منطقة الرقبة ، أما في الإنسان فتوجد مدفونة داخل الأنسجة الدرقية . وقد أعطيت هذه الغدد منذ زمن بعيد أهمية عندما اكتشفت أن إزالة أجزاء من الغدة الدرقية المحتوية عليها في الإنسان تؤدي إلى موت المريض ، وهذا

(١) سمك المينو سمك صغير يوجد في أنهر أوروبا .

نتيجة لما هو معروف الآن من ان جارات الدرقية تشترك بعمق في أيض الكالسيوم والمنسويوم . وجارات الدرقية بشكلها هذا غير موجودة في الأسماك . ولكن هناك أدلة تفترض ان الأجسام الخيشومية النهائية التي



شكل ٤.٥ - الأنسجة الدرقية وجارات الدرقية في الفار . (عن تيرنر) .

تتبرعم من النهاية الظهرية لمجموعة الجيوب الخيشومية تتصل الى دوحة ما على الأقل بأبيض الكالسيوم .

الغدة الدرقية

تنشأ أيضا من الزور ولكن (على عكس جارة الدرقية) تتبرعم الغدة الدرقية من قاع البلعوم في الجنين أكثر مما تتبرعم من جلده (شكل ٤.٥) . وتقع في الأسماك اليافعة تحت غرفة الخياشيم ، أما في رباعيات القدم عامة فتقع في الجهة البطنية للقصبة الهوائية في أبة نقطة على طول الرقبة . والغدة الدرقية في أغلب الفقاريات تركيب مفرد ولو أنها غالبا ذات فصين وتكون هذه الغدة في الطيور والبرمائيات والأسماك كاملة التعظم مثاليا زوجية في

الحيوان اليافع . في الاسماك كاملة ، وتكبرم والى درجة اقل في انواع الفقاريات الاخرى قد توجد كتل صغيرة منفصلة من انسجة الغدة الدرقية في اماكن بعيدة عن الغدة الاساسية . وتحتوى انسجة الغدة الدرقية على عدد من الحويصلات المستديرة الصغيرة تحيط بها طلائية مفرزة تصب في تجويف وسطى ممتلىء بمادة غروية تشبه الفراء ، وفي هذه المادة الغروية تختزن كميات من البروتين الحامل لليودين واللى تتكون منه الهرمونات الحاملة لليودين وتطلق في الدم ، وانتاج الغدة الدرقية هام جدا في المحافظة على ابيض الانسجة ، كما انها تختص بوظائف تناسلية ومظاهر النمو . واهم وظيفة لها تسترعى الانتباه هى تحكمها في تحول البرمائيات .

واللدرقية نسب يمتد الى الخلف في تاريخ الحيليات . وتوجد في كل من السهم والفلاليات ممرات مهدبة وغدية جزئيا تصفى على طولها حبيبات الغذاء من تيار الماء ، ثم تحمل الى الخلف الى منطقة الامعاء (اشكال ٤ - ٦ ص ١٥ ، ١٦ ، ١٨) ومثل هذا الممر الموجود في قاع البلعوم في السهم هو الذى يسمى بالاندوستيل . وفي كل من اندوستيل السهم والفلاليات تفرز مركبات الايودين التى تحمل الى ممر الغذاء مع المواد الغذائية . وريقة الاموسيتس للجلكى نفس عادة التغذية ، ولها ميسازيب مهدبة مثل تلك الموجودة في السهم والفلاليات . وينتهى هذا الميسازيب البطنى في الخلف بجيب عميق في قاع البلعوم حيث تفرز مواد حاملة لليودين تحمل الى الممر الغذائى (شكل ١٢٣) .

والاندوستيل وكذلك غدة الاموسيتس تركيب بلعومى بطنى وسطحى يشبه في مكانه الغدة الدرقية ، ولكن هل هما متشابهان حقيقة . الواقع ان الجلكى يعطينا اجابة دقيقة ايجابية ، فمنذ التحور يقفل الجيب الاندوستيلى في البرقة من المعى ويتكون من سلسلة من الحويصلات التى هى من غير نزاع تركيب درقى ، والدرقية كما يظهر كانت غدة (افراز خارجى) ذات قناة وكان افرازها يصب في المعى . ثم أصبحت بعد ذلك غدة صماء ، ولكن اهميتها هى ان هرموناتها وحدها هى التى يمكن تعاطيها بالغم .

الجزر البنكرياسية

ولو ان الجزء الاكبر من النسيج الغدى للبنكرياس مختص بانتاج الانزيمات التى تمر من خلال القنوات الى الامعاء الا انه يمكن ان ترى مناطق من انسجة من نوع آخر تنتشر في القدة كجزر منفصلة (الشكل ٢٦٣) .

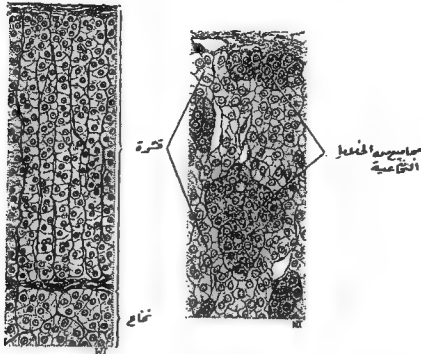
وهذه هي جزر لانجارهانز التي تتكون من خلايا غدية في طبيعتها ولكنها غير مزودة بقنوات ، ومن ثم فهي تكون غدة صماء ترسل افرازات الى الدم .
والمادة الانسيولينية موزعة عادة بين الانسجة العادية البنكرياس المتكون .
وفي الاسماك كاملة التنظم مع ذلك توجد تجمعات صغيرة من جزر الخلايا تنتشر هنا وهناك في منطقة المي العامة . وفي قليل من الاسماك تكون هذه الانسجة عضوا صغيرا خاصا بنفسها .

وتنتج الجزر هرمونا بروتينيا خاصا هو « الانسولين » وهذه المادة لها تأثير تنظيمي مهم في الابيض ، وخاصة الكربوهيدرات ، والاختلال في امدادها يسبب المرض المعروف بمرض السكر (مرض السكر البنكرياسي) .
كما توجد مادة أخرى تفرزها جزر البنكرياس وهي بوليبيتيد جلوكاجون وتعمل هذه المادة الى زيادة سكر الدم وذلك بتكسير الجليكوجين المخزون في الكبد .

الانسجة بين الكلية وقشرة الكظر

يوجد في اغلب رباعيات القدم بجوار الكليتين ويفطيهما من أعلى زوج من تراكيب الغدد الصم يسمى الكظر (او الغدد فوق الكلية (شكلي ٢٧٢ و ٢٧٥) . ويظهر الفحص الميكروسكوبي لهما وجود نوعين من الانسجة المختلفة مختلطة او متجاورة في الوضع في رباعيات القدم ، اما في الثدييات فتتكون من طبقتين واضحتين هما : القشرة والنخاع اللذان يكونان عضوا واحدا مدمجا (شكل ٤٠٦) . وكلا الجزئين غدد صماء ولكن من نوعين مختلفين ، والنسيج النخاعي جزء متحور من الجهاز العصبي . والمادة القشرية ذات طبيعة مختلفة . ولا يتكون الكظر ابدا في الاسماك ، ولكن في القروش فان المكونين للكظر واضحا تماما ، اما في الاسماك الاخرى فتنتشر كتل من الخلايا تمثل كلا المكونين اللذين يوجدان بين الكليتين وحولهما وعلى طول الاوعية الدموية الكبيرة في الجهة الظهرية للسايلوم . والواد القشرية تسمى الانسجة الكلوية الداخلية .

وقد عرف منذ اكثر من قرن مضى ان مادة القشرة حيوية للمحافظة على الحياة ، اذ ان موت الانسان نتيجة للمرض المسمى « مرض آديسون » كان دائما مصحوبا بتلف في قشرة الكظر . ومنذ ذلك الوقت اكتشف ان



شكل ٤٠٦ - قطاع في جزء من غدة الكظر (الجزء الخارجى الأعلى) في الثدييات (فأر) يبين الانقسام الى طبقة قشرية وطبقة نخاعية ، وأيضاً في حيوان زاحف (هيلودرما) حيث يختلط النسيجان . (عن تيرنر) .

خلايا القشرة تفرز مجموعة من الهرمونات الاسترويدية التى لها تأثير واسع الانتشار فى الوظائف الجسمية . والوظائف الأساسية لهرمونات القشرة هى مساعدة الجسم على مقابلة الشدائد المستمرة لفترات طويلة ، على عكس وظيفة نخاع الكظر الذى يتكفل بمعالجة الطوارئ القصيرة الأمد (كما هو مبين فيما بعد) ، والتأثيرات الأكثر خاصية للهرمونات القشرية هى - من بين مختلف التأثيرات - تنظيم التوازن بين الملح والماء فى الخلايا وسوائل الجسم وكذلك فى البيض وخاصة أيض الكربوهيدرات .

وتوحى أهمية هرمونات القشرة فى تنظيم الماء والملح بأن هناك علاقة من نوع ما بين المواد القشرية والكلية . وهذه العلاقة الفسيولوجية المشتركة والعلاقة الطبيعية للكلية والكظر ليست علاقة طارئة ، ولكن لها معنى تاريخياً يظهره الأصل الجنينى لانسجة القشرة ، فهما يظهران كشرطين من الخلايا التى تتبرعم من طلائية سقف البلعوم وسط انبويات الكلية المتكونة وعلى

جانبي المناسل ، وهكذا تنشأ الكلية وقشرة الكظر من منطقتين متجاورتين من الميزودرم الجنيني .

النسيج المحب للأصباغ ونخاع الكظر

يختلف الجزء النخاعي والتراكيب السابقة له في الفقاريات الدنيا في النشأة والوظيفة عن الجزء القشري لفدة الكظر ، ونحن نتعامل هنا مع جزء من الجهاز العصبي الذي تحول ليؤدي وظيفة غدة صماء ، ولقد رأينا أن الامداد العصبي الحركي الحشوي الى الأعضاء الداخلية للجسم من نوع خاص لا تصل فيه النبضات مباشرة الى العضلات اللساء أو الغدد المعنية ، ولكنها تنقل من خلال مجموعات من الخلايا العصبية بعد العقدة ، وهي التي تعطي السوائل العصبية عند أطرافها . وخلايا نخاع الكظر والتراكيب المشابهة له في الفقاريات الدنيا هي خلايا عصبية بعد عقدية متحورة كثيرا .

وفي حالات مختلفة توصف مجموعات من الخلايا موجودة في كل مكان من جسم الحيوان الفقاري وخاصة على طول المنطقة القريبة من الأورطي الظهرى ١ وملاصقة للعقد السيمبتاوية وتسمى بالخلايا المحبة للأصباغ والاسم مشتق من استعداد هذه الخلايا للأصباغ ببعض املاح الكالسيوم . وهي تنشأ جنينيا من خلايا مهاجر الى أسفل على طول ممرات أفرع العصب الحشوي ، ومن ثم فهي تتشابه في النشأة مع الخلايا العصبية بعد العقدية للجهاز السيمبتاوي . وفي الأسماك توجد كتل صغيرة من مثل هذه الخلايا تصاحب غالبا الانسجة بين الكلوبية ، وتوجد بين الكليتين وعلى طول الحائط الظهرى لتجوف الجسم ، ومن المناسب أن تسمى بجارات الغدد حيث أنها تتساوى جنينيا مع العقد السيمبتاوية التي قد تتصل بها وخاصة في القروش (شكل ٣٧٣) . وفي رباعيات القدم تبقى مجاميع من الخلايا الصغيرة من هذا النوع ومعظم المادة المحبة للصبغ مركزة في كتلة مدمجة من النسيج الذي يكون جزءا من غدة الكظر والذي يغطي الكلية من أعلى . وفي الثدييات تتركز الخلايا المحبة للصبغ في وسط جسم الكظر مكونة نخاعها (شكل ٤٠٦) ، وهي أكثر انتشارا ومبعثرة مع مكونات القشرة في رباعيات القدم الدنيا .

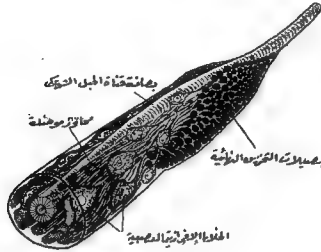
وتمد كتل الخلايا هذه أعصاب من الألياف العصبية الذاتية وعادة قبل عقدية ، وتفرز في الدم عند انثارها مادتين كيميائيتين وثيقى الصلة ببعضهما

ببعض ويشبهان تلك المواد التي تمطيها الألياف بعد العقدية للجهاز العصبي السيمبتاوى ، وهما الكظرين واللاكظرين ، ومع ذلك فالكظران هنا هو الأوفر انتاجا . وخلايا نخاع الكظر لا تبدو كخلايا عصبية ، إذ تنقصها بالاستطالات الليفية . ولما كانت تشبه الخلايا العصبية السيمبتاوية بعد العقدية فليس من العجيب أن تفرز سائلا عصبيا مشابها . والفرق هو أن الخلية العصبية السيمبتاوية الحقيقية تنتج كمية قليلة فقط من المادة الشبيهة بالكظرين والتي تؤثر فقط في التراكيب المجاورة لها مباشرة ، في حين أن كتلة الخلايا الكظرية قادرة على إنتاج كميات كبيرة وبسرعة من هذه المواد التي قد يكون لها تأثير سريع وقوى « كطلقة البندقية » على كل أعضاء الجسم عندما يحملها الجهاز الدورى ، فتقوى الكائن الحى لاستقبال الشدائد .

ذيل الجسم السفلى

(أو ذيل التخفية)

كما هي الحال في كل الفقاريات قد تتكون منطقة مفروزة أمامية خاصة من الجهاز العصبي المركزى كجسم سفلى عصبى . وهكذا في أغلب الأسماك ، أن لم يكن فيها كلها ، قد ينشأ جهاز افرازى خلفى . ومن المعقول أن يسمى هذا الجهاز ذيل الجسم السفلى ، وهو تام التكوين في كثير من الأسماك كاملة التعظم (شكل ٤٠٧) . فتوجد في الحبل الشوكى عند نهاية منطقة الذيل خلايا كبيرة يظهر أنها افرازية بطبيعتها . وتمتد الى الخلف من هذه الخلايا الياف - محاور - قد تنتهى بنهايات بصيلية ممثلة بمواد مفروزة . وتتجمع غالبا هذه البصيلات عند السطح السفلى للحبل الشوكى مسببة انتفاخا بسيطا أو تركيبا شبيها بالتآليل . وغالبا ما يكون مرئيا للعين المجردة عند التشريح ، وطبيعة الافراز غير معروفة تماما حتى وقتنا هذا ، ولكن يظهر أنه يؤثر في تنظيم المحتوى الملىح للدم ، وفي الأسماك كاملة التعظم يظهر أنه يؤثر في افراز الفاز داخل مثانة العوم .



شكل ٤٠٧ - ذيل الجسم السفلى في ثعبان السمك . ترى نهاية الحبل الشوكى كأنها شفاة (فيما عدا خلايا طبقة بطانة الحبل الشوكى الداخلية) ويرى عدد من الخلايا العصبية المفردة والمحاور التى تسيل على طولها الافرازات ، وفي نهاية المحاور توجد البصيلات المنتفخة . (عن أنامى) .

الهرمونات الجنسية

يتأثر التكاثر فى الفقاريات ، أكثر من أى نشاط آخر ، بقوة الهرمونات من كلتا الناحيتين التشريحية والنظام السلوكى . ويستحق هذا الموضوع مجلدا خاصا ، ولكننا سننصف هنا باختصار مظاهر الصورة العقدة التى لها صلة بالمظاهر المرفولوجية . والهرمونات الجنسية كما ذكر من قبل فى هذا الفصل تتأثر بقوة بالهرمونات الجنسية التروفية للغدة النخامية .

وباستثناء واحد (١) فإن الهرمونات التى تفرزها المناسل هى استيرويدات وتسمى أندروجينات (هرمون الخصية) عندما تنتجها الخصية أولا

١ (١) الاستثناء هو البروتين ريلاكسين (Protein Relaxin) ، وهو هرمون أنثوى يسبب استرخاء الارتفاق المائى فيسهل ولادة الأجنة فى الثدييات وله فائدة أخرى وهى مساعدة للتكاثر فى الفقاريات الدنيا .

واستروجينات عندما ينتجها المبيض . وهذه الاستروجينات متشابهة جدا في التركيب الكيميائي مع هرمونات قشرة الكظر . والملاقة بينهما وثيقة حتى ان المناسل والقشرة لا يمكن التفريق تماما بين دور كل منهما كمنتج للهرمونات . ومن الممكن ان تكشف عن كمية محدودة من الهرمونات الجنسية بين الافرازات القشرية . كما ان جزءا صغيرا من منتجات المناسل الهرمونية هي مواد خاصة بقشرة الكظر . وايضا من ذلك ان مناسل الذكر والانثى لا يختلفا إنتاجهما تماما ، لان مناسل الذكر قد وجد انها تفرز بمضما من هرمونات الانثى والعكس بالعكس .

وهذا التشابه بين الإنتاج الهرموني لقشرة الكظر والمناسل نتيجة لتشابه اصل الخلايا التي تكونها . وبخلاف الخلايا الجنسية الحقيقية (والتي لا تتدخل في إنتاج الهرمونات) فان كل المواد التي تنتج المناسل تتشأ كماريانا من الميزودرم الذي يطن البقايا الظهرية لتجويف السيلوم على كل من جانبيه الخط الوسطي ، وتشأ خلايا قشرة الكظر من المنطقة المجاورة للميزودرم بين المناسل والكلبي :

وعندما تم تحليل اندروجين منسل الذكر وجد انه استرويد تستسترون . اما في الانثى فاعلم الاستروجينات هي استروجينات - استراديول ثم الاستيرون وهو الاقل كثيرا في القدرة . ماهي العناصر الخلوية في المناسل التي تنتج هذه الهرمونات الجنسية ؟ يظهر ان المصدر الاكبر في الخصي هو خلايا بينية متخصصة منفصلة عن الانيبوبات المنوية او الامبولات ، وتقع هذه الخلايا مع النسيج الضام في المسافات بينهما (شكل ٢٨٦) . ومع ذلك يظهر في بعض الحالات الخاصة انه يوجد مصدر ثان للاندروجين . ففي بطانة الانيبوبات او الامبولات توجد بجوار العناصر المنتجة للحيوانات المنوية خلايا مدعمة (خلايا سيرتولي) لها نفس النشأة الجنينية مثل الخلايا البينية ، وقد تكون لها نفس القدرة على إنتاج الهرمونات (شكل ٢٨٦) . والمواد الخلوية المبيضة لها اصل جنيني مشترك مع الخلايا البينية وقد توجد كمية محدودة من الانسجة البينية في المبيض . ومع ذلك تشترك اغلب الخلايا المبيضة كخلايا حويصلية تقوم بتفدية البيض المتكون . وبالإضافة الى هذه الوظيفة فان خلايا الحويصلة هي المنتج الاكبر للاستروجين ، ولو ان كميات ضئيلة من الانسجة البينية الموجودة قد تكون مسؤولة عن هسله الضلية (قفون ، شكل ٢٨٥) .

وبخلاف إنتاج الهرمونات الجنسية الأولية نجد انه قد تكون في المبيض نوع ثان من هرمون استيرويد . فعندما تنطلق البضة من المبيض قد ينظر الشخص ان تتلاشى الحويصلة التي منها نشأت . ويبدو ان هذا هو الذي يحدث في كثير من المجموعات الحيوانية ، ولكن في الثدييات ، كما يلاحظ غالبا لا يحدث التلاشي مباشرة ، ولكن بدلا من ذلك تبقى خلايا الحويصلة طويلا مكونة مادة صفراء اللون هي الجسم الأصفر الذي يملأ الحويصلة الفارغة . وتفرز خلايا الجسم الأصفر في الثدييات هرمون استرويدي هام هو البروجسترون الذي يمسك طلائية الرحم لفرس البضة ، حتى اذا تم اخصاب البضة وتم غرسها حفزت هذه المادة تكوين المشيمة ، ولو ان اهتماما كبيرا للجسم الأصفر ووظيفة هرموناته تتركز في الثدييات مع تكوين المشيمة فيها فقد وجد ان جسمها اصفر (يفرز بالمثل بروجسترون) يتكون بعد انفجار الحويصلة وخروج البضة في صفيحيات الضياشيم . واكثر من ذلك انه مع ان الجسم الأصفر المثلث لا يتكون في مجموعات الفقاريات الأخرى فان البروجسترون قد اكتشف في مبيض بعض أنواع الفقاريات الأخرى بما في ذلك الطيور . ولو ان نسبة مئوية صغيرة من صفيحيات الضياشيم وقليل من ربايات القدم الدنيا تضع صفارها احياء الا اننا لا نعرف بوجه عام للبروجسترون وظيفة كبيرة خاصة في الفقاريات الدنيا . ويوحى هذا بان لنا في البروجسترون مثال لعملية التطور الهرموني المقترح في بداية هذا الفصل ، وانه انتاج كيموي يعطيه نسيج ، وكانت له اصلا وظيفة ايجابية بسيطة ، ثم اصبح يؤدي دورا هاما في اقتصاديات الجسم ، وأخيرا اصبح في الثدييات على الأقل هرمونا هاما .

وطبيعة وظائف مشيمة الثدييات جزء من قصة التكوين الجنيني للفقاريات اكثر من ان تكون لتركيبها التشريحي . ونحن نقول مع ذلك هنا انه في أثناء مدة الحمل تصبح مشيمة الثدييات نفسها عضوا ينتج الهرمونات ، فيفرز عددا من الستيرويدات ولا يحتوي فقط على الاستروجين والبروجسترون ، ولكنه يحتوي أيضا على هرمونات منسلية غروفيه خاصة بنفسها وظيفتها هي الإبقاء على الحمل .

الهرمونات الأخرى

الهرمونات التي شرحت حتى الآن تنتجها كلها غدد صماء خاصة وتكون عموما جهازا متشابكا يعمل باحكام كل عضو فيه مع العضو الآخر وضده . وعكس هذا توجد مجموعة من الهرمونات المعدية المعوية تنتج من طلائية المعى

العادية ومستقلة عن الهرمونات الأخرى في إنتاجها وتأثيرها . ويظن أن مخاطية منطقة البواب في معدة الثدييات تنتج هرمونا يسمى جاسترون يؤثر في إفراز حمض الكلورودريك في منطقة القاع ، وقد ثبت يقينا أن السكرتين الذي ينتجه الجزء القريب من الأمعاء الدقيقة عندما يدخل الطعام هذه المنطقة من الأمعاء ينشط إفراز العصارة البنكرياسية ، ويوجد دليل على هرمون معوي آخر يحفز الإفرازات البنكرياسية ، وكذلك إنتاج هرمون معوي كوليسيستوكينين يؤثر في إفراز حويصلة المرارة عندما تدخل الدهون الأمعاء ، ويساعد في تنظيم النشاط على طول مقاطع متعاقبة من الأنسجة الهضمية .

وفي مناطق أخرى من النشاط الجسمي توجد أدلة على تأثيرات تتم بمواد كيميائية تدخل خلال الدم . وفي أغلب مثل هذه الحالات مع ذلك يوجد دليل صغير على أن إنتاج مثل هذه الكيماويات يتم في تراكيب صماء خاصة ومن الصعب معرفة أين تضع خطأ تحت المكان المنتج .

ويوجد عدد من التراكيب الجسمية التي لانسجتها مظهر غدي ، ولذلك فالرغم من عدم وجود دليل مقنع فانه يظن أن لها خصائص الغدد الصماء . وغالبا ما تذكر مع هذه الحالات التراكيب الصنوبرية وجارة الصنوبرية التي تميل للبقاء حتى بعد أن فقدت وظيفتها البصرية (كما هي الحال في العضو الصنوبري في الثدييات) . ولأن والمررة الثانية درست التفيرات التي تطرا على الجسم بعد إزالة العضو الصنوبري أو إصابته بالمرض في الثدييات وكذلك التأثيرات التي تطرا على الصنوبرية بعد بعض العمليات مثل إزالة الخصيتين . ولكن النتائج كانت أبعد من أن تكون واضحة . والنظرية الحديثة الخاصة بوظيفة الجسم الصنوبري لا تضيف الا القليل ، علاوة على افتراضات ديكرات منذ قرون مضت ، وهي أن الجسم الصنوبري هو مقر الحياة . ولقد أوضحنا من قبل أن وظائف الغدة التيموسية ليست معروفة تماما أيضا ولو أنه قد فرض عليها نشاط هرموني إلا أنه لم يختبر عمليا ، وثانيا الأجسام الخشومية النهائية التي تتركز من الجيب الخشومي الأخير ، فقد كان يظن أنه من المحتمل أن تكون لها بعض الطابع الهرموني ، ولقد أوضحنا بعض الافتراضات القائلة بأن الغدة الخشومية النهائية في الأسماك قد تعمل على غرار جارة الدرقية . ومع ذلك توجد تراكيب صغيرة خشومية نهائية في رباعيات القدم والتي لها جارات درقية حقيقية ، ولكن وظائفها هنا لا تزال غير معروفة .

ملحق (١)

خلاصة لتقسيم الحبليات

التقسيم المذكور هنا مقدم أولا ليستطيع الطالب وضع النماذج المشروحة هنا في مكانها الصحيح . ولهذا لم تبذل محاولات لتدوين أجناس الفقاريات وفي حالات كثيرة الفصائل وتحت الرتب قد أهملت عندما يكون مثل هذا التقسيم للمجموعات يفتقر الى أهمية الأغراض الحاضرة . ولكن تكتمل الصورة ذكرنا الحفريات الأكثر أهمية ، ولو أن معلوماتنا التشرحية عنها تقتصر على جهازها الهيكلي .

وبالإضافة الى الأسماء الكبيرة في التقسيم الذي يلي ، (١) الشعبيات الثلاث الأولى تسمى غالبا الحبليات الأولية (Protochordata) أو الحبليات الدنيا لتمييزها عن الفقاريات (٢) ومن بين الفقاريات فإن الاسم الفكيات (Cnathostomata) أو الفقاريات ذات الفكوك قد يستعمل لتمييز كل مجموعات الفقاريات الأرقى من طائفة اللافكيات (Agnatha) (٣٠) رباعيات القدم (Tetrapoda) تستعمل دائما للبرمائيات وكل الحيوانات الأعلى ذات الأربع الأقدام لتمييزها من الأسماك بمعناها العام (٤) الرهليات (Amniota) تدل على صفات في التكوين الجنيني توجد في الزواحف والطيور والثدييات وقد يستعمل لهذه الطوائف الثلاث ، ومن ثم تجمع الأسماك كلها والبرمائيات كحيوانات لارهلية (Anamniota)

شعبة الحبليات Phylum Chordata

شعبة النصف حبليات Subphylum Hemichordata

الحبل الظهرى قد يتكون قليلا أو لا يتكون ، وكذلك الحبل العصبي الظهرى . - وتعتبر غالبا أنها تضم شعبة منفصلة تختلف عن الحبليات ولوانها على صلة وثيقة بها) .

طائفة جناحية الغياشيم class Pterobranchia

(حيوانات بسيطة جالسة تشبه النبات تجمع الغذاء بواسطة لواصم مهدبة) .

(شكل ١٨ ، ب ص ٢٠)

طائفة ذوات المعى التنفسى class Enteropneusta

حيوانات حفارة تشبه الديدان لها جهاز خيشومى تام التكوين. ديدان البلوط (Acorn worm) شكل ٨ و ٩)

شعبة الليل: حيليات Subphylum Urochordata

(الفلاليات لها جبل ظهري وجبل عصبى كاملا التكوين فى البرقة فى كثير من الحالات ، ولكن الحيوانات اليافعة كائنات ثابتة او عائمة تحتوى اساسا على جهاز خيشومى تام التكوين)

شعبة الراس حيليات Subphylum Cephalochordata

(السيم له جبل ظهري وجبل عصبى وجهاز خيشومى ، وكل هذه التراكيب تامة التكوين فى الحيوان اليافع)
(شكل ٤)

شعبة الفقاريات Subphylum Vertebrata

(لها عادة عمود متكون مع تراكيب اخرى متقدمة فى الجهاز الهيكلى والمخ والكليتين وغيرها التى تميز الفقاريات الحقيقية) .

طائفة اللافكيات Class Agnatha

(الفقاريات عديمة الفك : (Jawless Vertebrates)

وتبة استيوستراسى (Osteostraci) والانايبيدا (Anaspida)
والهتروستراسى (Heterostraci) . وتشمل هذه على مصفحات الجلد (Ostracodermes) للمصيرين السيلورى والديفونى . ونماذج هذه الربيث الثلاث موضحة فى شكل ١٨ (والأشكال الشبيهة بالسفلاسبين Cephalaspis) من الاستيوستراسى مبنية أيضا فى الأشكال ١٩ ، ٢٢٢

رتبة دائريات الفم (Cyclostomata) دائريات الفم المعاصرة (أشكال
١٦ ، ١٧ ص ٥٢ ، ٥٤) .

تحت رتبة - مخاطيات Myxinoidea : الجريشات (Hagfishes)

تحت رتبة - الجلديات Petromyzontia : الجلدي (Lampreys)

طائفة مدرعة الجلد Class Placodermi

(فقاريات أولية ذات فكوك . حفريات تنحصر في حقبة الحياة القديمة
(Paleozoic

رتبة : اكانثودي (Acanthodii) . القروش ذات الأشواك (شكل ٢٠)

رتبة : أرثروديرا (Arthrodira) . الأرثروديرات . أسماك مفصليّة
العنق (شكل ٢٠ ب) .

رتبة : أنتياري (Antiarchi) قريبة الأرثروديرا ولكنها بدروع عظمية
خاصة (شكل ٢٠ ج) .

رتبة : ماكروبيتا ليكتيدا (Marpetalichthyida)

رتبة : استجيوسيلاكياي (Stegoselachii)

وهاتان الرتبتان الأخيرتان هما أقرباء متحورة للأرثروديرا والتي يظن
أنهما مرحلة انتقالية مع اختصار في الدرع العظمية والاتجاه إلى الأسماك
الشبيهة بالقروش .

طائفة الأسماك الغضروفية class chondrichthyes

طويقة صفيحيات الخياشيم Subclass Elasmobranchii

القروش وما يشابهها

رتبة كلادوسلاكي order cladoselachii قروش بدائية في حقبة
الحياة القديمة (شكل ٢٢ أ)

رتبة السلاحيات order Selachii التروش النالية من حقب الحياة القديمة الى الحياة الحديثة بمسكات وزعانف بقواعد شيقة وغير ذلك (شكل ٢٢ ص ٦٢) .

رتبة التربيكات order Batoidea للتربيع (Skates) والرعاد (Ray) (شكل ٢٢ ص ٦٢)

طويضة كاملة الرأس Subclass Holocephali تختلف عن القروش و ان لها غطاء للخياشيم ، الفكوك العليا ملتجة مع الجيجمة وغير ذلك .

رتبة برايدودونتي order: Bradyodonti أسماك من حقب الحياة القديمة غير معروفة تماما تشخص بصفات الأسنان .

رتبة الكيمري order: Chimaerae (شكل ٢٢ ج) .

طائفة الأسماك العظمية class Osteichthyes

(الأسماك العظمية الأعلى) (انظر شكل ٢٥)

طويضة بشعاعية الزعانف Actinopterygii (أسماك زعانفها مشععة) فوق رتبة أسماك عظم غضروفية Super order chondrostei أسماك مشعع الزعانف يدائية يدل غير متناظر وهكذا . وتمثل بالبالينيسكويد الحفيرة (Palaeoniscoids) شكل ٢٦ ص ٧٠ ، وأسماك حقب الحياة القديمة كما توجد ثلاثة أنواع حديثة : البوليبترس (شكل ٢٨ ب) والامتيرجون (Sturgeons) (شكل ٢٠ ب ص ٧١) . وسمكة الجفاد Paddlefish (شكل ٢٣) .

فوق رتبة أسماك منظمه Super order Holostei

الأسماك مشععة الزعانف السائدة في عصر الحياة الراسي . يدول غير متجانسة (heterocercol) مقتضية وغير ذلك . والأنواع العائشة تشمل الاسيا وسمك أبو منقار (gar pike) (شكل ٣١ ص ٧٣) .

فوق رتبة أسماك كلفة الثعظم superorder Teleostei

الأسماك السائدة في عصر الحياة الحديثة . والوقت الحاضر مع ذيل متجانس وتشمل الأقارب من الأنواع مربية في عدد من الرب (شكل ٢٢ ، ٢٣ ص ٧٧) .

طويضة ساركوبتريجي (الاسماك القمعية) Subclass Sarcopterygii
بزعانف لحمية (Choanichthyes)

رتبة : فضية الزمانف order Crassopterygii

اشكال هي اسلاف الفقاريات الأرضية واساسا حفريات حقب الحياة
القديمة ونوع واحد شاذ عائش (شكل ٢٧ ص ٦٨) .

رتبة الاسماك الرئوية order Dipnoi

الاسماك الرئوية تضم ثلاثة انواع معاصرة . اوجه كثيرة للشبه مع
الاسلاف ولكنها شاذة في الأسنان والجماجم وغير ذلك (شكل ٢٨ ص ٤٨) .

طائفة البرمائيات class amphibia

(رباعيات قدم من غير تكوين رهل في البيض)

طويضة ابيدوسبونديلي Subclass Apsidospondyli

(برمائيات كان فيها العمود الفقاري يتكون بدائيا من جسم جانبي
وجسم بيني) قارن اشكال ١٠٤ ، ١٠٥ .

فوق رتبة لايرينثودونتيا Superorder Labyrinthodontia

اصل البرمائيات ، منقرضة ، ولكن كانت سائدة في حقبة الحياة
القديمة المتأخرة والعصر الترياسي يشغل عددا من الدست من الاجناس
الحفرية مرتبة في رتب عديدة .

فوق رتبة سالينتيا ، رتبة اللاذليات

Super order Salientia, order Anura

(وضع الطويضة غير واضح) . يشمل الضفادع والعلاجيم ، وهي
حيوانات معاصرة ذات اطراف متخصصة جدا ، واجسام قصيرة وغير ذلك .
جسم الفقرة الجانبي والجسم البيني ضامران او غائبان .

طويضة ليبوسبولدي Subclass Lepospondyli

(اجسام الفقرات تتكون كتراكيب منفصلة وغالبا كشكل البكرة) .

رتبة إيستوبودا ونيكتريديا وميكروسوريا
orders; aistopoda, Nectridia, Microsauria.

وهذه حفريات من حقبة العصر القديم . والرتبة الأخيرة تحتوى على
اشكال صغرة انحدرت منها الرتبتان المعاصرتان :

رتبة الذيليات order Urodela

السلامندر والنوت ، بجسم عادى الشكل ولكن هناك كثيرا من
الصفات المنتكسة .

رتبة الاقدميات order Apoda (or Crymnophiona)

دودية الشكل حفارة .

طائفة الزواحف Class Reptilia

(رهليات ولكن من غير الصفات المتقدمة فى الطيور والثدييات)
(قارن شكل ٣٧)

طويضة عديمة الحفرة Subclass Anapsida

(من غير فتحة صدغية)

رتبة كوتيلوساوريا order Cotylosauria

اصل الزواحف وكانت تعيش فى حقبة الحياة القديمة والترياسى .

رتبة السلحفيات order Chelonia (Testudinata)

(السلاحف)

طويضة سينابتوسوريا Subclass Synaptosauria

(مجموعات منقرضة بحفرة واحدة صدغية تقع اعلى جانب الخد) .

رتبة بروتوروساوريا order Protorosauria

تحتوى على زواحف غامضة من العصر البرمى والحياة الوسطى .

رتبة إيستوبودا ونيكتريديا وميكروسوريا

رتبة ساوروبتيريجا *order Sauropterygia*

البليزوسور (*Plesiosaurs*) وأقاربه . زواحف بحرية في الحياة الوسطى كانت تقوم بواسطة أطراف محولة الى مجاذيف قوية .

طويضة الزواحف السمكية *Subclass Ichthyopterygia*

رتبة أوسوخيا *order Eosuchia*

أسلاف ذوات الحفرتين من العصر البرمي والترياسي .

رتبة رنكو سيفاليا *order Rhynchocephalia*

الاسفينودن المعاصر في نيوزيلاندا وأقربائه الحفرية .

رتبة الحرشفيات *order Squamata*

العظاءات « السحالي » والثعابين . تتبع الأخير ولكن الأقواس الصدفية مختصرة .

طويضة أركوسوريا *subclass archosauria*

(الزواحف المسيطرة ذات حفرتين صليبيتين مع تخصصات نحو المشي على القدمين) (قارن شكل ٢٨ ص ٩٠) .

رتبة ثيكودونتيا *order Thecodontia*

أسلاف الديناصورات والطيور وغيرها .

رتبة التمساحيات *order Crocodilia*

التمساح الأفريقية والتمساح الأمريكية ، وهي يرمانيات منقرضة باقية من مجموعة الأركوسور .

رتبة الزواحف الطائرة *order Pterosauria*

زواحف طائرة بأداة مع جناح غشائي .

رتبة ساوريشيا *order Saurischia*

زواحف تشبه الديناصور بحوض ذو أربع شعب ، آكلة نباتات تمشي على قدمين (تشمل منقار البط) مدرعة ومقرنة ذات أقدام أربع .

طويضة سفلية الحفرة subclass synapsida

حفرة صدغية جانبية ، وهى الاشكال التى تؤدى الى الثدييات - منقرضة) .

رتبة شبيهة الثدييات order Pelycosauria

زواحف برية تشبه الثدييات قريبة من اصل الزواحف .

رتبة ثيرابسيديا order Therapsida

اشكال متقدمة تشبه الثدييات من العصر البرمى المتأخر والثيراسى .
(شكل ٤٢ ص ٩٨)

طائفة الطيور class Aves

(حيوانات متحورة من اركوسور مجنحة ومريشة ودرجة حرارة ثابتة وغير ذلك)

طويضة الطيور القديمة subclass archaeornithes

(طيور بدائية حفزية من العصر الجيوراى بمديد من صفات الزاحف)
(شكل ٣٩ ص ٩٤)

طويضة الطيور الحديثة subclass Neornithes

(كل الطيور الحديثة الاخرى) .

فوق رتبة الطيور المسننة superorder Odontognathae

طيور مسننة من العصر الطباشيرى

فوق رتبة الطيور قديمة الفك superorder Palaeognathae

تشمل اساسا الطيور الشبيهة بالنعام او الطيور التى لاتطير (Ratites)
مع تراكيب بدائية نسبيا (شكل ٤٠) .

فوق رتبة طيور حديثة الفك super order Neognathae

كل الطيور الباقية مرتبة فى عدد من الرتب ولكن كلها متشابهة فى اغلبه الصفات التشريحية (شكل ٤١ ص ٩٦) .

class Mammalia طائفة الثدييات

(حيوانات لها شعر توضع صغارها والمخ ذو تركيب متقدم وغير ذلك) .

subclass Prototheria طويضة ثدييات اولية

ثدييات بيوضة

order Monotremata رتبة وحيدة المسلك

منقار البط واكل النمل المشوك في منطقة استراليا .

subclass Theria طويضة الثدييات (ثدييات تضع احياء)

تحت طائفة ورتبة بانثوتيرنا الفلدريثات

Infraclass & order Pantotheria

ثدييات حفرة صغيرة من العصر الجيوراسي ، ومن المحتمل أن تكون أسلافها لكل المجموعات الباقية (يوجد عدد من الرتب في العصر الجيوراسي لا تزال علاقتها غير واضحة) .

تحت طائفة اللوثيرية ورتبة عديدة الدورات

Infraclass Allotheria, order Multituberculata

مجموعة منقرضة من الثدييات البدائية ولكنها شاذة وقد تشبه في طباعها القوارض المتأخرة من العصر الجيوراسي الى العصر الاوسيني .

تحت طائفة ثدييات بعدية رتبة الكيسيات

Infraclass Metatheria, order Marsupialia

ثدييات ذات أكياس مثل المتماوت (1) (Opossum) وكثير من الانواع الاسترالية .

تولد الصغار احياء ولكن غير تامة النضج .

Infraclass Eutheria طويضة حقيقية

الثدييات العليا مع مشيمة قادرة (شكل ٤٤ ص ١٠٣)

١ - حيوان يشبه السنجاب المترجم

رتبة آكلات الحشرات order Insectivora

اسلاف الثدييات المشيمية والسلالات الحديثة مثل زبابة الفسب (Shrew) والظوبين (Moles) والقنفذ hedgehog

رتبة الخفاشيات order Chiroptera

الخفاش .

رتبة الرئيسيات order Primates

نوع شجري اساسى من الثدييات المشيمية (شكل ٤٥ ص ١٠٤) .

رتبة الليموريات

Suborder Lemuroidea (Prosimii)

زباب الشجر والليمور

رتبة الكولدييات Sub order Tarsioidea

الكولد واقاربه المنقرضة — مرحلة انتقالية بين الليمور والقروء .

رتبة المتانسات Suborder Anthropoidea

القروء والقردة العليا والانسان .

تحت رتبة فطس الانوف Infraorder Platyrrhini

قروء امريكا الجنوبية بفتحات أنفية جانبية .

فصيلة قردة السنجاب Family Hapalidae

السنجاب

فصيلة القردية مسترخية الذنب Family Cebidae

قروء امريكا الجنوبية المثالية .

تحت رتبة قرود الدنيا القديمة (شيم الاتوف)
Infra order Catarrhini
 قرود الدنيا القديمة والقردة العليا والإنسان . الفصائل الأنثية تفتح
 إلى أسفل .

Family Cercopithecidae فصيلة السعادين
 قرود الدنيا القديمة

Family Simiidae فصيلة القردة العليا
 القردة العليا الشبيهة بالإنسان .

Family Hominidae فصيلة الإنسان
 الإنسان

رتبة آكلات اللحوم (الواحم) **order Carnivora**

رتبة القرميات **sub order Creodonta**
 لواحم منقرضة من العصر الأركي

رتبة الواحم الأرضية **suborder Fissipedia**
 لواحم أرضية حديثة .

تحت رتبة أبو كريدو **Infraorder Eucreodi**
 أسلاف منقرضة للأنواع الحديثة .

تحت رتبة أركتويدا **Infraorder Arctoidea**
 الكلاب وأقاربها .

Family Mustelidae فصيلة العرسية
 بدائية . العرسية والظربان (shunk) والفريزاه (١) وكلب
 البحر (otters)

(١) badgers حيوان بين الكلب والسنور (الترجم) .

Family canidae فصيلة الكلبة
الكلاب والذئاب والثعالب .

Family Procyonidae فصيلة الراكون
وأكون والبانداس (Pandas) والكتكاجو (Kinkajous)

Family Ursidae فصيلة الدببة
الدببة .

Infraorder Aeluroidea تحت رتبة القطية
القطط وأقاربها .

Family Viverridae فصيلة الرياح
قط الزباد والنمس وما يشبهها وزباد الدنيا القديمة البدائي

Family Hyaenidae فصيلة الضبعية
الضبع

Family Felidae فصيلة القطية
القط والسبع والثور وغيرها

Suborder Pennipedia رتبة اللواحم البحرية
لواحم بحرية ، اطوم (Seal) وسبع البحر وفيل البحر (Walrus)

order Condylarthra رتبة كونديل ارثرا
ذوات الحافر منقرضة بدائية .

رتبة اميليبودا ، دينوسيراتا ، امبريثوبودا ، استرابوثيريا ، ليتوبترنا ،
نوتونجيولاتا .

Orders : Amblypoda, Dinocera ta, Embrithopoda,
Astroptotheria, Litopterna, Notoungulata.

رتبة منقرضة من ذوات الحافر .

order Perissodactyla رتبة فردية اصابع الحافر.

حافريات فردية الاصابع (شكل ٧) .

suborder Hippomorpha رتبية الافراس

Family Equidae فصيلة الفرس

الحصان والحمار والحمار المخطط (الزبرا) .

Family Titanotheriidae فصيلة الثدييات الماردة

ثدييات منقرضة ماردة كبيرة ثقيلة مقرنة

فصيلة كاليكوتيريدي

ثدييات منقرضة قريبة من الفصليتين الاخيرتين الا ان لها اظافر بدلا من الحافر .

Suborder Tapiromorpha رتبية التائيرات

Family Tapiridae فصيلة التابير - التابير

Family Rhinocerotidae فصيلة الكركدن . وحيد القرن

order Artiodactyla رتبة حافريات زوجية اصابع الحافر.

حافريات زوجية الاصابع (شكل ٨)

Suborder Suina رتبية افراس البحر والخنازير

انواع بدائية نسبيا بمعد بسيطة وتشمل القبائل الآتية ، وكذلك قبائل اخرى منقرضة .

Family Suidae فصيلة خنازير الدنيا القديمة

خنازير الدنيا القديمة .

Family Dicotylidae فصيلة خنازير الدنيا الجديدة

خنازير الدنيا الجديدة (أمريكا)

Family Hippopotamidae فصيلة افراس النهر

فرس النهر

Suborder Ruminantia رتبة المجترات

حيوانات مجترية بمعدة معقدة واسنان مهللة (Selenodont)

Infraorder Tylopoda تحت رتبة تايلوبودا

مجترات بدائية تشمل بالإضافة الى قبائل منقرضة مبكرة ما يلى .

Family Camelidae فصيلة الجمال

الجمال واللاما .

Family Oreodontidae فصيلة الماخر الأريودونت

الأريودونت مجترات قصيرة الأرجل موجودة بوفرة في منحجرات أمريكا الشمالية

Infraorder Pecora تحت رتبة المجترات الحقيقية

مجترات متقدمة غالبا بقرون أو مناطيح وتشمل بجانب المنحجرات على :

Family Tragulidae فصيلة فيران الأيل

شيفروتين (Chevrotains) حيوانات صغيرة الحجم غدبية القرون

تشبه غزلان المنطقة الاستوائية في الدنيا القديمة .

Family Cervidae فصيلة الأيائل

غبيطة الغزلان .

فصيلة الزراف Family Giraffidae

الزرافة والواكبي الموجود في افريقيا .

فصيلة الظباء منشعب القرون الأمريكى Family Antilocarpidae

منشعب القرون الأمريكى .

فصيلة البقرية Family Bovidae

قبيلة الماشية وخاصة حيوانات الدنيا القديمة وتشمل البيسون والأغنام والماعز وعدد من أنواع التياتل .

رتبة الوبريات order Hyracoidea

وبريات افريقيا وسوريا تشبه الأرنب في طباعها ولكنها في الحقيقة حافريات وهذه الرتبة والرتبتين التاليتين هما رتب تتبع تحت حافريات ومن المحتمل ان يكون اصلها افريقى .

رتبة الخرطوميات order Proboscidea

الفيل واقاربه المتحجرات الماموث والماستودون

رتبة مرائس البحر order Sirenia

بقر البحر وخراف البحر والاطوم ، وهى فرع مائى من الحافريات

رتبة القيطسيات order Cetacea

رتبة القياطس القديمة Suborder Archaeoceti

اسلاف الحيتان المنقرضة

رتبة المسننات Suborder Odontoceti

الحيتان ذوات الاسنان . خنزير البحر (سمك يونس) والدولفين .

١ - البيسون Bison حيوان برى امريكى يشبه الثور

الترجم

رتبة قياطس عديمة الأسنان Suborder Mysticeti

• حيتان البال

رتبة عديمة الأسنان (اللردثيات) order Edentata

وهكذا تسمى ثدييات من غير اسنان نشأت في جنوب أمريكا .

رتبة الشعريرات Suborder Pilosa

ثدييات ذات الشعر

تحت رتبة جرافيجرادا Infraorder Gravigrada

كسلان الأرض المنقرض .

تحت رتبة تارديجرادا Infraorder Tardigrada

قبيلة الكسلان - كسلان الشجرة .

تحت رتبة دودية اللسان Infraorder Vermilingua

قبيلة آكل النمل - آكل النمل جنوب أمريكا .

رتبة لوريكانا Sub order Loricata

ورديثات مدرعة

فصيلة المدرعات Family Dasypodidae

الدرع

فصيلة الجليبتودون Family Gilyptodontidae

الجليبتودون المعلق المتحجر .

رتبة اسطوانية الأسنان order Tubulidentata

أبو ظلات أفريقيا . آكل نمل ولكنه لا يتصل بنسب مع الرتبة السابقة

رتبة الفوليدويات order Pholidota

بانجولين الدنيا القديمة آكل النمل ولكنه لا يتصل اتصالا وثيقا
بالرتبتين السابقتين .

رتبة القوارض order Rodentia

حيوانات قارضة (استثناء مجموعة الارانب) . عدد من تحت المجموع
اهمها مايتى :

رتبة السنجليات Suborder Sciuromorpha

السنجاب وجوفر ومرموط شمال امريكا وغيرها .

رتبة الكابيائيات Suborder Caviomorpha

خنزير غينيا وكثير من قوارض جنوب امريكا وابو شوك الدنيا
الجديدة .

رتبة غفليات Suborder Myomorpha

الفئران والجرذان

رتبة الارنبات order Lagomorpha

الارانب والارانب الجبلى حيوانات قارضة ، ولكنها لا تتصل اتصالا
وثيقا مع الرتبتين الاخيرتين .

المحق (ب)

المصطلحات العلمية

في مصطلحات علم التشريح تستخدم الفاظ لاتينية (أو أفريقية) معتادة بصورها الأصلية للدلالة على أى جزء من أجزاء الجسم كان القدماء قد أطلقوا عليه اسما . بيد أنه كان من الضروري وضع أسماء علمية للتركيب العديدة الأخرى ، ويحدث ذلك ، أما (١) باستخدام لفظة كلاسيكية (تقليدية) قديمة يبدو أنها تصلح لوصف الجزء المقصود ، مع اكتسابها بهذا الاستخدام معنى جديدا ، وأما (٢) بالجمع بين أصول لفظية لاتينية أو أفريقية وضم بعضها الى بعض لتكوين مصطلحات جديدة ، وهذه هي الطريقة الشائعة : وكثيرا ما يحاول الطلاب أن يستظهروا هذه المصطلحات اعتمادا على حافظتهم وحدها دون فهم منهم لمعانيها ، ويترتب على هذا طبعاً ألا تهضمها عقولهم . ولذلك فأننا نقدم هنا قائمة بالأصول اللفظية التي يشتق منها كثيرا من المصطلحات الوصفية والأسماء المركبة ، راجين أن تكون مينا للطلاب على تفهم المصطلحات التي تقابله . وكما سوب يتضح من هذه القائمة ، فإن بعض الأسماء التي كونها علماء التشريح هي اقرب الى الخيال أو بعيدة الصلة بما اطلقت عليه ، كما أن بعضا آخر منها ليس مناسباً لما اطلق عليه تمام المناسبة . واننا لا نقصد طبعاً أن تكون هذه القائمة قاموساً شاملاً للألفاظ العلمية ، فاننا لم ندرج فيها مثلاً الأسماء المألوفة للعظام والعضلات . ومعظم المصطلحات التي استخدمت في هذا الكتاب قد عرف أو نوقش في المتن نفسه . أما إذا أراد القارئ مجموعة من المصطلحات أكثر اسعاً ، فاننا ننصح له بأن يرجع الى أحد المعاجم البيولوجية أو الطبية المعتمدة ، ولكن الطبقات المطولة من « قاموس » ويسترون وما يماثله تفي بالغرض من معظم النواحي .

والمختصرات التي استخدمناها في القائمة :

L. = Latin	لاتيني	F. = French	فرنسي
G. = Greek	أفريقي	N.L. = "New" Latin	اللاتيني جديد
Sp. = Spanish	اسباني		

— A —

A—, ab. L.	سابقة تدل على الانفصال
Abdomen, L.	يطن — جوف
Abducens, L.	مبعد (عصب)
Abductor, L.	عضلة — مبعدة — باسطة
Accessory L.	إضافي
Acelous G.	اللامجوف — عديم التجويف
Acetabulum L.	حق
Acoustic, G.	سمعي
Acrania, G.	لا قنيرميات — لاججمجمات
Acrodont, G.	قعي التسنين
Acromion, Gr	نتوء آخرى
Ad. L.	سابقة تدل على : الى — في اتجاه
	بالقرب
Adductor, L.	مقرب
Adrenal L.	كظر
Alisphenoid L.	جناحي وتدي
Allantois, G.	السجى — اللنتويس
Alveolus, L.	مفارز السن — سنخ السن
Ambiguus, L.	مبهم — متغير
Amnion, G.	السلى — الرهل
Amphi-, G.	سابقة معناها : على كلا الجانبين —
	ومن ثم — حول — زوج
Amphibia, G.	برمائيات
Amphicelous, G.	مقعر الوجهين
Amphioxus, G.	السهم
Amphiplatyan, G.	مستوى السطحين
Amphistylic, G.	ثنائي القام — ثنائي التعليق
Ampulla, L.	أنبولة أو قارورة
A—, an —, G.	سابقة تدل على : من قبل أولا
Ana — G.	سابقة تدل : على أو أعلى — غالبا —
	تثبت المعنى
Analogy, G.	نقابل وظيفي
Anamniota, G.	الارهلويات
Anapsid, G.	عديمة التنقر — لا تقرية
Anastomosis, G.	شابك — فواصل

Ankylosis. G.	تصلب المفصل
Annulus. L.	حلقة
Anura. G.	لاذلية
Anus. L.	است - شرج
Apo. G.	مقطع يدل على : من
Apoda. G.	عديمة الاقوام - الا اتمميات
Aponeurosis. G.	الصفاق - الرتر العريض
Apophysis. G.	النتوء
Appendicular. L.	طرفي
Arachnoid. G.	عنكبوتي - شعبي (نسبة الى الشع وهو بيت العنكبوت)
Arch—, archi—, G.	مقطع يدل على : اولى - رئيسي - بدائي - اصل
Archenteron. G.	معي اولى - معي قديم
Archipallium. G.	قشرة المخ القديمة
Archipterygium. G.	جناح قديم
Arcuaria (pl.). L.	قوسى الشكل
Arrector. L.	ناصبة
Arytenoid. G.	طرجالى
Astragulus ? G.	قنزمى - عظم الكعب
Artium. L.	بهو - دهليز
Auditory. L.	سمعى
Auricle. L.	اذن
Auto—, G.	مقطع معناه : نفس او ذات
Autonomic G.	ذاتى
Autostylic. G.	ذاتى التعلق
Axial. L.	محورى
Azygos. G.	فردى او مفرد
Basal. L.	قاعدى
Basi—, L.	مقطع يدل على : القاعدة
Basibranchial. L.	قاعدية خيشومية
Basihyoid. L.	قاعدة العظم اللامي
Bi. L.	مقطع يدل على : اثنين او زوج
Diceps. L.	ذات الرأسين
Bilateral. L.	ذو جانبيين
Blastocoele. G.	اللاستوسيل : التجويف الجرثومى

Blastoderm. G.	بلاستودرم — أدمة الجرثومة
Blastodisc. G.	قرص جرثومي
Blastomere G.	قلجة
Blastopore. G.	ثقب جرثومي
Blastula. L.	كرة جرثومية — بلاستيولا
Brachial. L.	عضدى
Brachium (Plia) L.	عضد
Branchial. L.	خيشومي
Branchiostegal. G.	غطاء الخياشيم
Bronchus. G.	شعبة القصبة الهوائية
Buccal. L.	فمى — شدى
Bulbus. L.	انتفاخ شريان — بصلة شريانية
Bunodont. G.	أسنان مدونة
Calacaneum. L.	عقب
Callosum. L.	تصلب الجلد
Calyx (pl. calices) L.	كاس
Caninus. L.	كلبى
Capillary. L.	شعيرى
Capitulum. L.	رأس صغير
Caput (pl. capita) L.	رأس
Carapace. M.	قصعة أو درع
Cardiac. G.	قلبى — قوادى
Cardinal. L.	وثيقى
Carnassial. F.	لحمى
Carnivorus. L.	آكل اللحوم
Carnorus. L.	لحمى
Carpus. G.	رسغ اليد
Cartilago (pl. â gines). L.	مضروف
Caudal L.	ذيل
Cava. L.	أجوف
Cavernosus. L.	كهفى
Cecum. L.	اعور
Celinae. G.	بطنى
Celom (e)	سيلوم — تجويف
Cephalic. G.	رأسى

Cephalo— G.	رأس
Ceratobranchial G.	قرني خيشومي
Ceratotrichia. G.	خيوط قرنية
Cerebellum. L.	مخيخ
Cerebrum. L.	مخ
Cervical. L.	عنق — رقبة
Chiasma. G.	تصالب
Choana (pl. —ae) G.	قمع
Choledochus. G.	حامل الصفراء — قناة الصفراء
Chondrichthyes. G.	السمك غضروفية
Chondro—, G.	غضروف
Chondroblast., G.	مولدات الغضروف
Chondroclast. G.	تفتيت الغضروف
Chorda. G.	حبل
Choroid., G.	شيمية
Chorion. G.	كوريون — المشاء الخارجي للجنين
Chromaffin. G.	صبغة للون
Chromatophore. G.	خلية ملونة — خلية حامل للون
Chromosome. G.	كروموزم — صبغ
Chyme. G.	كيموس
Giliary. L.	هليلي
Circum— L.	حول
Cloaca. L.	مجمع — مزرق
Cnemial	قصبي
Cochlea, L.	قوقعة الأذن
Colon. L.	قولون
Columella. L.	هويود.
Commissure. L.	وصلة — مغرق
Concha. L.	صدفة
Condyle. G.	لقمة
Conjunctiva. L.	الملتصبة
Constrictor. L.	عاصرة
Coprodeum. G.	معي برازي
Corium. L.	الامة الجلد

Cornea, L.	قرنية
Coronary, L.	اكليلى - تاجى
Cortex, L.	قشرة
Cortical, L.	قشرى
Cosmin, G.	كوزمين
Costa, L.	ضلع
Costal, L.	ضلعى
Cranial, G.	جبهجى - مخى
Cribriiform, L.	غريبالى
Cricoid, G.	حلقى
Crista, L.	عرف
Crus. (pl. crura), L.	ساق
Ctenoid, G.	مشطى
Cuneiform, L.	وندى
Cycloid, G.	دائرى
Cystic, G.	حويصلى - كيسى
Cytoplasm	سينتوبلازم
De —, L.	مقطع يدل على : تحت او بعيدا عن —
Deciduous, L.	مشتق من ساقط
Decussatio, L.	تصالب — تقاطع
Decussation, L.	تصالب
Deferens, L.	ناقل
Dens, L.	سن
Depressor, L.	خافض
Dermal, G.	ادمى
Dermatome, G.	قطعة جلدية
Di —	مقطع يدل على : مرتين اثنتين —
Di —, Dia	زوج
Diaphragm, G.	مقطع يدل على : من خلال — بين —
Diaphysis, G.	بعيدا عن حجاب حاجز
Diapophysis, G.	ساق العظم
Diapsid, G.	الثنود المستعرض الموى للفقرة
Diarthrosis,	ثنائى النقر — ثنائى الحفر
Diastema (pl. —ata),	مفصل متحرك
	فرجة بين الاسنان

Digit. L.	اصبع
Diphycercal. G.	زعنفة ذيلية ذات فصين متماثلين
Diplospondylous. G.	مزدوج الفقره
Dipnoi. G.	أسماك رئوية
Distal. L.	بعيد
Dorsal. L.	ظهري
Duct. L.	قناة
Duodenum. L.	الاثنى عشر
E —, ex —	مقطع يدل على : من — خارجا عن —
Ectepicondyle. G.	خارج
Ectoderm. G.	اكتودرم
Effector. L.	محدثه أو مؤثرة
Efferent. L.	صادر
Ejaculatory. L.	وافق
Ek —, ekto —. G.	مقطع يدل على : من — خارجا عن — خارجا
Embolomeros. G.	امبولومرس
En —, endo G.	مقطع يدل على : في — في الداخل
Endocardium	الفشاء البطن للقلب — نسج قلبى داخلى
Endochondral. G.	داخل الغضروف
Endocrine. G.	الغدة الصماء
Endoderm. G.	اندودرم — الطبقة الداخلية
Endolymph. G.	ليمف داخلى
Endometrium. G.	بطانة الرحم الداخلية
Endoneurium. G.	غلاف الليفة العصبية
Endoskeleton. G.	هيكل داخلى
Endostyle. G.	اندوستيل — قلم داخلى
Endothelium. G.	بطانة داخلية
Entepicondyle. G.	في أعلى اللقمة
Enzyme. G.	أنزيم
Ependyma. G.	السيدية
Epiaxial. G.	فوق محورى
Epibranchial. G.	فوق خيشومى
Epicardium. G.	غشاء القلب الخارجى . التخاب .

Epicondyle, G.	فوق لقمة
Epidermis, G.	بشرة
Epididymis, G.	برنج
Epiglottis, G.	لسان المزمار - الفلحة
Epimere, G.	قطعة عليا
Epineurium	غلاف العصب
Epiphysis, G.	كردوس - مشاشة
Epiploic, G.	ثرب
Epithalamus, G.	فوق المهاد البصرى - فوق المرمر
Epithelium, G.	طلائي
Erythrocyte, G.	كريات الدم الحمراء
Esophagus, G.	مرىء
Ethmoid, G.	مصفوى - غربالى
Excretion, L.	اخراج - افراغ
Exocrine, G.	خارجى الافراز
Extensor, L.	باسط
Extrinsic, L.	خارجى
Facialis, L.	وجهى
Falciform, L.	منجل
Falx, L.	منجل
Fascia (pl. -iae) L.	صفحة - لفافة
Fiber, L.	خيوط - ليفة
Fibril, NL.	ليفة صغيرة - ليفة
Filoplume, L.	ريش وبرى - شعري
Filum, L.	خيوط
Fimbria, L.	سحاف
Firmisternal, L.	ثابت القص
Fissure, L.	شق
Flagellum (pl. -a), L.	سوط
Flexor, L.	مقرب - مثنية - ا عضلة قابضة)
Flocculus, NL.	نص ندى (فى المخ)
Follicle, L.	"جراب"
Fornix, L.	قبوة
Fovea, L.	حفرة

Frontal. L.	جبهى
Fundus. L.	قاع - قعر (القعرة)
Funiculus. L.	النسر - خيط - جبل منوى - جبل سرى
Gametes. G.	امشاج (الاجسام التناسلية)
Ganglion. G.	عقدة
Gastrea (pl.) G.	ضلوع البطن
Gastrula. NL. X	جاسترولا - تكور جرثومى
Geniculate. L.	معقوف - مرفقى
Genital. L.	تناسلى
Germinal. L.	جرثومى
Germinative. L.	طبقة مولدة
Glands. L.	حشفة التفضيب - البظر - غدة - عقدة منتفخة
Glenoid. G.	أروحي - عنابى
Glomerulus. L.	كبة - جمع الكلية
Glomus. (pl. glomera). L.	كبة
Glossopharyngeus. G.	بلعومى لسانى
Glottis. G.	مزمار - لاهام
Gluteus. G.	الية
Gnathos. G.	فك
Gnathostomata. (pl.) G.	فكيات
Gonad	منسل
Granulocytes	كريات محبة - خلايا محبة
Granulosus. L.	محجب
Granulum. L.	حببيات
Guanin (e).	جوانين
Guanophore. Sp.	حامل الجوانين
Gubernaculum. L.	دفة خضوية
Gular. L.	حلق
Gyrus (pl. gyri). G.	لفة - دوران (من تلافيف المخ)
Habenula. L.	رباط - شريط - وصلة - هين
Haemal, hemal. G.	دموى
Hamatum. L.	خطاطى الشكل

Hemi— G.	نصف
Hemibranch. G.	نصف خيشوم
Hemichordata, G.	نصف حلييات
Hemipenis, G.	نصف قضيب
Hemisphere. G.	نصف كرة
Hemocytoblast, G.	الخلايا المكونة للدم
Hemoglobin. G.	هيموجلوبين
Hemopoietic. G.	مكونات الدم
Hepatic, L.	كبدى
Hetero— G.	مختلف
Heterocelous, G.	مختلفة الوجهين (فقرة)
Heterocercal, G.	غير متناظر (ذيل سمك)
Heterodont, G.	مختلف الأسنان
Heterotopic, G.	موضوع فى غير محله
Hippocampus, G.	حصان البحر
Histology, G.	علم الانسجة
Holo—, G.	كل
Holoblastic, G.	انقسام كامل
Holobranch, G.	خيشوم كامل
Holocephali, G.	هولو سيفالى — كاملة الرأس
Holonephros, G.	كلية كاملة
Holostei, G.	هولستاي (أسماك كاملة التعظم)
Homo— G.	سابقة معناها : تشابه — تساو
Homocercal, G.	متساوى الفصين (ذيل سمك)
Homoiothermous, G.	ثابت الحرارة
Homoeoithal, G.	تتساوى المح (بيض)
Homology, G.	تشابه التركيب — تماثل
Hormone, G.	هرمون
Humor, L.	خلط — أحد اخلاط أو سوائل الجسم
	خلاف الدم
	شفاف
Hyaline, G.	لامى
Hyoid, G.	فكي لامى
Hyomandibular, G.	لامية التعلق
Hyostylic, G.	

Hypaxial, G.	تحت معورى
Hypo—G.	سابقة معناها : تحت
Hypobranchial, G.	تحت خيشومى
Hypoglossal, G.	تحت لسانى
Hypomere, G.	الجزء السفلى
Hypophysis, G.	السرير (المهاد) التحتانى
Hypothalamus, G.	الجسم النخامى
Hypsodont, G.	مرتفع الأسنان
Hypural, G.	تحت الذيل — أسفل الذيل
Ileum, G.	اللفائفى
In—, L.	سابقة معناها : النفى — فى — مع — الى — على
Incisor, L.	قاطع
Incus, L.	سندان
Inductor, L.	مؤثر
Infra—, L.	سابقة معناها : تحت — أسفل —
	أوطأ من
Inframeningeal, L.	تحت أغشية الدماغ
Infraparietal, L.	تحت الجدارى
Infraspinous, L.	تحت الشوكة
Infundibulum, L.	قمع
Inguinal, L.	أدى
Integument, L.	جلد
Inter—, L.	سابقة معناها : بين
Intercalated, L.	محشور
Intercostal, L.	بين ضلعى
Intermaxillary, L.	بين فكى
Interrenal, L.	بين كلوى
Interstitial, L.	بينى (بين خلوى)
Intervertebral, L.	بين فقارى
Intestine, L.	معى
Intrinsic, L.	خاص بعضو — باطنى — ذاتى
Invagination, L.	انغماد — ابلاج
Invertebrate, L.	لا فقاريات

Iridocyte, G.	حلية قرنية
Iris, G.	قرنية - حدقة
Ischiofemoral, G.	وركي فخذى
Ischium, (pl.—ia) G.	ورك
Iso—, G.	سابقة معناها : متساو
Isolecithal, G.	متساوى المح
Isomer, G.	الساوى - المتشابهة
Jejunum, L.	صائم
Jugal, L.	وجنى
Jugular, L.	ودجى
Labial, L.	شفوى (نسبة الى الشفة)
Lacerate, L.	ميمزق
Lacrima, L.	دمعى
Lagena, L.	قنينة (فى تركيب الأذن)
Lamina (pl.—ae), L.	صفیحة
Larva (pl.—ae) L.	يرقة
Larynx, G.	حنجرة
Lateral, L.	جانبي
Lepidotrichia, G.	أشعة عظمية
Leukocyte, G.	خلية بيضاء
Levator, L.	رافعة
Ligamentum, L.	رباط
Lipid, G.	شبيه الدهن
Lipo—, G.	سابقة معناها : دهن
Lipophore, G.	حامل الدهن
Lobus, G.	فص
Lophodont, G.	اسنان معرفة (لها عرف)
Lucidum, L.	متألق - لامع - صاف - رائق
Lumbar, L.	قطنى
Luteum, L.	اصفر
Lymphocyte, L.	خلية لييفية
Macrophage, G.	خلية بلعمية كبيرة
Macula, L.	بقعة - لطفة
Malleus, L.	الطرقة (فى الأذن)
Mamillary, L.	لديى

Marginal. L.	حلقى - هامشي
Marsupium. L.	الكيس - الجراب
Mastoid. G.	حلمى - الخشاء (عظمة خلف الأذن الظاهرة)
Matrix. L.	موجد - مادة خلالية
Meatus.	صماخ
Medial. L.	وسطى
Mediastinum. L.	الحجاب النصف - المخرم
Medulla. L.	نخاع
Melanin. G.	اليلانين - القتامين
Membrane. L.	غشاء
Meninx.	السحالة - افشية الدماغ
Mes—, Meso —.	سابقة معناها : وسط
Mesencephalon. G.	المخ الأوسط
Mesenchyme. G.	ميزنكيم
Mesentery. G.	مساريقا
Mesocardium. G.	مساريقا القلب
Mesoderm. G.,	ميزودرم - الطبقة الوسطى
Mesolecithal. G.	وسطية المخ (بيض)
Mesonephros. G.	كلية وسطى
Mesopterygium. G.	زعنفي متوسط
Mesorchium. G.	مساريقا الخصوية
Mesovarium. G.	مساريقا المبيض
Meta —.	سابقة معناها : بعد - تدل على تغيير الوضع أو الوقت
Metabolic. G.	الأبيض
Metacarpus. G.	مشط اليد
Metamere. G.	عقلة
Metamorphosis. G.	تطور أو تحول
Metanephros. G.	كلية خلفية
Metapleura. G.	جانبى
Metapodial. G.	مشط القدم أو مشط اليد
Metatarsus. G.	مشط القدم
Metencephalon. G.	المخ الخلفى
Molar. G.	ضرس

Monocyte, G.	كروية أو خلية كبيرة
Mucus, L.	مخاط
Multangulum, L.	عديد الزوايا
Myelencephalon, G.	المخ اللاحق النخاعي
Myelin, G.	نخاع
Myo—	سابقة معناها : عضلى
Myocardium, G.	عضلة القلب
Myocomma, G.	فاصل عضلى
Myodome, G.	قبو العضل
Myomere, G.	قطعة عضلية
Myotome, G.	قطعة عضلية
Naris,	منخر
Neopallium, G.	البرنس الجديد
Nephridia, G.	نفريديا
Nephrotome, G.	قطعة كلوية أو نفرية
Neural, G.	عصبى
Neurenteric, G.	عصبى معوى
Neurilemma, G.	غلاف الليفة العصبية
Neuro, G.	سابقة معناها : عصبى
Neuroglia, G.	غراء عصبى
Neurohumor, G.	سائل عصبى
Neuromast, G.	تليلات عصبية (عضو حس جانبي)
Neuron, G.	خلية عصبية
Neuropil, G.	حس عصبى
Nictitating, L.	رامش
Nidamental, L.	اساسيات العنق
Node, L.	عقدة
Notochord, G.	حبل ظهري
Nuchal, L.	عنقى
Obliquus, L.	منحرف
Oculomotor, L.	محرك العين
Odontoblast, G.	مكون السن
Olecranon, G.	مرفق
Olfactory, L.	شمى
Omasum, L.	أم التلافيف - المعدة الثالثة

Omentum, L.	ثرب
Omphalo—, G.	سابقة معناها : سرى
Ontogeny, G.	تاريخ نشوء الفرد
Operculum, L.	عظا
Ophthalmic, G.	عينى - مقل
Opistho—, G.	سابقة معناها : خلف
Opisthocelous, G.	خلفى التقمير
Opisthonephros, G.	كلية خلفية
Optic, G.	بصرى
Oseous, L.	عظمى
Ossicle, L.	عظيمة
Osteoblast, G.	خلية بانية العظم
Osteocyte, G.	خلية عظمية
Otic, G.	أذنى
Otolith, G.	حصاة سمعية
Ovum (pl. ova) L.	بيضة
Oxyphil, G.	محب للحمض
Paleontology	علم الحفريات
Paleopallium, G.	برنس أولى - برنس قديم
Pallium, L.	برنس
Palama, L.	واخسة اليد - الكف
Palpebra, L.	جفن
Pancreas, G.	بنكرياس - معشكة
Papilla, L.	حلمة
Para—, G.	سابق معناها : بجوار أو بجانب أو بالقرب
Parabronchii, G.	جار القصبة الهوائية
Paracentrum, G.	جار المركز - جار الوسط
Parachordal, G.	غضروف جار حبل
Paraganglion, G.	جار العقدة العصبية
Paraphysis, G.	نتوء جانبي
Parapsid, G.	علوى الحفرة
Parathyroid, G.	جار الدرقية - جنبية الدرقية
Parencephalon, G.	جار المخ - جنب المخ
Parietal, L.	جدارى

Parotid, G.	تَكَفَى
Pecten, L.	مَشَط
Pectoral, L.	صَدْرِي
Pedunculus, L.	سَرِيْقَة
Pelvic, L.	حَوْضِي
Peri—	سَابِقَة مَعْنَاهَا : حَوْل
Pericardial, G.	تَامُورِي
Perichondrium, G.	غِشَاءُ الْفُضْرُوفِ
Perichordal, G.	حَوْلِ حَبْلِي
Perilymph, G.	لِيْمْفٌ خَارِجِي
Perimysium, G.	لِفَافَةُ الْحَزْمَةِ الْعَضَلِيَّةِ
Periosteum, G.	سِمْحَاقُ الْعَظْمِ
Peristalsis, G.	حَرَكَةُ دَوْدِيَّةِ
Peritoneum, G.	بَرِيْتُون
Phallic, G.	الْأَخْصَابِي
Pharynx, G.	بَلْعُوم
Photophore, G.	حَامِلُ الضَّوءِ
Phylogeny, G.	النَّشُوءُ — الْأَصْلُ
Pineal, L.	صَنْوَبَرِي
Pinna (pl. —ae) L.	صِيَوَانُ الْأُذُنِ
Pisiform, L.	نَسْلِي الشَّكْلِ
Pituitary, L.	نَخَامِي
Placenta.	مَشِيْمَة
Placode, G.	قَرَصٌ — بِلَاكُود
Planta, L.	أَخْمَصُ الْقَدَمِ
Plastron, f.	دَرَع
Platybasia, G.	مَقْلَطَحُ الْقَاعَةِ
Plectrum, G.	مَطْرَقَة
Pleuro—	سَابِقَة مَعْنَاهَا : الْجَنْبِ
Pleurocentrum, G.	جَنْبُ النَّقَارَةِ
Pleurodont, G.	أَسْنَانُ جَانِبِيَّةِ
Plexus, L.	ضَفِيرَة
Pneumatic, G.	هَوَائِي
Poikilothermous, G.	مَتَغَيِّرُ الْحَرَارَةِ (حَيَوَانَاتُ ذَاتِ الدَّمِ الْبَارِدِ)

Pons, L.	قنطرة
Portal, L.	بابى
Porus, G.	مسامى - ذو المسام
Præ—, Pre— L.	سابقة معناها : قبل او امام
Premolar, L.	اخراس امامية - ضواحك
Prepuce, L.	غلقة - الحشفة
Primordial, L.	اصلى - ابتدائى - اولى
Pro—	سابقة معناها : قبل او امام او مقدم
Procelous, G.	امامى التقرع
Proctodeum, G.	معى خلفى
Profundus, L.	عميق
Pronator, L.	كابة او باطحة (عضلة)
Pronephros, G.	كلية امامية
Proreicceptor, L.	مستقبلات الحس الخاصة
Prosencephalon, G.	منج امامى
Prostate, L.	البروستاتا
Protonephros, G.	الكلبى الاولى
Protoplasm, G.	بروتوبلازم
Proximal, L.	قريب
Pseudobranch, G.	خيوشوم كاذب
Pterygoid, G.	جناحى
Pterylac, G.	مريشات
Pubis (pl. —es), L.	العانة
Pulmonary, L.	رئوى
Pygal, G.	ذبر - مقعد
Pygostyle, G.	عجز الطائر
Pylorus, G.	بواب
Pyriform, L.	كمثرى الشكل
Quadriceps, L.	ذات الرؤوس الاربعة (عضلة)
Quadrigeninus, L.	توامية رباعية
Radial, L.	كعبرى - شعامى
Receptor, L.	مستقبل
Rectus, L.	مستقيم
Remiges, (pl.) L.	قوادم
Renal, L.	كلوى
Retz, L.	شبكة

Reticulum, L.	شبكة (شبكة صغرة)
Retina, L.	شبكة
Retractor, L.	عضلة مرجعة
Retrices, L.	ريش الدليل
Rhachitomous, G.	قطعة شوكة
Rhinal, G.	انفي
Rhombencephalon, G.	منع خلفي
Rostrum, L.	بوز
Rotator, L.	مدور
Ruminare, L.	يجتر
Saccufus, L.	كيس
Sacrum, L.	عجز
Sagittal, L.	سهجي
Salpinx, G.	قناة - أنيوبة - القناة القلوية
Sarcolemma, G.	غلاف الألياف العضلية
Scala, L.	سلم
Sclera, G.	صلبة
Sclerotic, G.	صلبة العين
Sclerotome, G.	قطعة هيكلية
Scrotum, L.	صفن
Sebaceous, L.	دهني
Selenodont, G.	أسنان هلالية
Seminiferous, L.	انيوبات منوية
Septum, L.	حاجز أو فاصل
Sinus, (pl.— us), L.	جيب
Somatic, G.	جسمي - جسدي
Somatopleure, G.	مغلف جداري
Spermatozoön, G.	حيوان منوي
Sphenoid, G.	وتدي
Sphincter, G.	عاصر (عضلة)
Spinal, L.	شوكة
Spiracle, L.	متنفس - شبه خيشوم
Splanchnic, G.	حشوي
Splanchnopleure, G.	مغلف حشوي
Stapes, L.	ركاب

Stereospondylous, G.	استيروسبونديلي
Stomodeum, G.	مسلك أو مدخل فمي
Stratus, L.	طبقة
Striatum, L.	مخطط
Styloid, G.	أبري
Sub —	سابقة معناها : تحت
Subcostal, L.	تحت ضلعي
Sublingual, L.	تحت لساني
Subunguis, L.	تحت ظفر
Subvertebral, L.	تحت فقاري
Sulcus, L.	شق
Supinator, L.	باطحة (عضلة)
Supracostal, L.	فوق ضلعي
Supraspinatus, L.	فوق شوكي
Sym—, syn —	سابقة معناها : مع
Sympathetic, G.	تماطني — سيمبتاوي
Symphysis, G.	ارتفاق
Synapse, G.	اشتباك — سينابس
Synarthrosis, G.	الثابت (مفصل)
Synsacrum, G.	عجز مركب
Syrinx, G.	محقر
Tabular, L.	مسطح — منبسط
Talonid, L.	مهازي الشكل
Tapetum, L.	طبقة مبطنة للشبكية
Tarsus, G.	رسغ القدم
Tectum, L.	قنطرة
Tegmentum, L.	غطاء
Tela, L.	غشاء — نسيج غشائي
Telencephalon, G.	مقدم المخ
Telolecital, G.	كثير المح (بعيد المح)
Temporal, L.	صدفي
Tendon, L.	وتر
Tentorium, L.	خيمة (الهيكل الداخلي للرأس)
Terminatis, L.	طرفي — نهائي

Testis. L.	خيطية
Tetrapod. G.	رباعى الأرجل - رباعى القدم
Thalamus. G.	مهاد
Thecodont. G.	استنان مثمرة - مفصلة
Thorax. G.	صدر
Thrombocytes. G.	خلايا التخثر
Thymus. G.	التيموسية
Thyroid. G.	درقية
Trabecula. L.	عارضة
Trachea. G.	قصبة هوائية
Triceps. L.	ثلاثية الرؤوس (عضلة)
Trigeminus. L.	توامى ثلاثى
Triquetrum. L.	مثلث الأركان
Trochanter. G.	مدور
Trochlea. G.	بكرة
Trophoblast. G.	طبقة مغذية
Tropibasic. G.	ملتف القاعدة
Tuberculum. L.	دونة
Tunica	غلاف
Turbinal. L.	مفايل
Tympanic. L.	طبلى
Umbilical. L.	سرى
Unciform. L.	الشعى - الكلابى الشكل
Uncinate. L.	شعى
Urea. G.	بول
Urodela. G.	ذيليات
Urodæum. G.	معى بولى
Urogenital. G.	بولى تناسلى
Uropygial. G.	الأربوجى (نسبة الى الأربوج)
Urostyle. G.	مضعض
Uterus. L.	رحم
Utriculus. L.	قريبة - قريبة
Vagus. L.	حائر
Valvula. L.	عصامى

Vas. L.	وعاء
Vascular. L.	وعائي
Ventral. L.	بطني
Ventricle. L.	بطين
Vermiform. L.	دودي الشكل
Vesicle L.	حويصلة
Vestibulum. L.	دهليز
Vibrissa (pl. — ae). L.	شارب
Villus (pl. villi). L.	خميلة
Visceral. L.	حشوي
Vitelline. L.	مخى
Vitreous. L.	زجاجي
Viviparous. L.	ولود
Vomer. L.	ميكنى (عظم)
Xiphiplastron. G.	قصى سيفى (البديل الحنجري)
Zygapophysis. G.	نوء نيري
Zygomatic. G.	وجي

نهايات الكلمات اللاتينية

بالرغم من أن المصطلحات العلمية كثيرا ما تستخدم بصورتها الانجليزية الا انه من المستحسن أن يلم الطالب ببعض القواعد المتبعة في استخدام تلك الالفاظ بصورتها اللاتينية . واللاتينية لغة معربة الى حد كبير، وفيها مجموعة متنوعة من النهايات للاسماء والصفات ، وهذا التنوع لا يعبر عن الافراد والجمع فحسب ، وانما عن الجنس (وإن كان ذا طبيعة -مصطنعة) . وكذلك عن عدة احوال للاعراب أيضا ، بل ان هناك ما هو أكثر من هذا ، وهو وجود عدد من الطرق المختلفة لصياغة تلك النهايات (الاعرابات) . ولكن من حسن الحظ ان صور استخدام المصطلحات العلمية - جميعها تقريبا - لا تتضمن الا حالتين فقط - الفاعل والمضاف اليه . وعلى هذا فاقل من عشرين نهاية من النهايات التي يمكن الحاقها بأصول الالفاظ تكون فيها الكفاية لشمول معظم الحالات .

والصفات (التي ينبغي أن تتفق مع الموصوف من حيث الجنس والافراد او الجمع وحالة الاعراب) « تعرب » وفقا لاحدى طريقتين ، وقد مثلنا لكل منها بصفة شائعة (والنهاية الملحقة بالأصل اللفظي مطبوعة بالبنط الثقيل) .

الاعرابان الأول والثاني (مجتمعان)

المؤنث	الجماد	المذكر	
magna	magnum	magnum	الفاعل المفرد
magnae	magna.	magni	الفاعل الجمع
magnae	magni		المضاف اليه المفرد
magnarum	magnorum		المضاف اليه الجمع

الاعراب الثالث

الجماد	المذكر والمؤنث	الفاعل المفرد
grande	grandis	الفاعل الجمع
grandia	grandes	

	grandis	المضاف اليه المفرد
	grandi uni	المضاف اليه الجمع

ومعظم الأسماء يتبع واحداً من هذه النظم بعينها . وعلى هذا فلفظة
Fibula (الشظية) اسم من الأعراب الأول ، وصور أعرابه هي :

Fibularum Fibulae Fibulae Fibula

وكذلك Humerus (العضد) اسم مذكر من الأعراب الثاني وصور
أعرابه هي :

Humerorum Humeri Humeri Humerus

Sternorum Sterni Sterna Sternum أما

فهو اسم جماد من الأعراب الثاني ، بينما
Cutnum Cutis Cutes Cutis

(أى : الجلد) فهو اسم مؤنث من الأعراب الثالث .

يبد أن الموقف يكون أمعد مما ذكرنا في حالتين : (1) في الأعراب الثالث
يكون لمعظم الأسماء صورة مختصرة للفاعل المفرد ، بينما يطول أصلها اللفظي
مع نهايات الأحوال الأخرى . فمن هذا القبيل Femur (أى الفخذ)
وهي جماد من الأعراب الثالث (التي تصبح Femora ، وهكذا
في الأحوال الأخرى ، وكذلك من الأمثلة النموذجية الأخرى .

Meninges Meninx Foramina Foramen
Capita Caput

(٢) قليل من الاسماء التي تستخدم في التشريح تتبع اعرابا آخر مخالفا للثلاثة السابقة ، وهو الاعراب الرابع . وفي الالفاظ المذكورة التي من هذا القبيل (مثل Plexus ، Meatus) تكون صورة كتابة الجمع هي صورة المفرد ، ومن ثم كانت الصورة الانجليزية افضل للاستخدام العام . وثمة اسم جماد شائع من هذا الاعراب وهو (اى القرن) يعرب :

Cornuum Cornus Cornua Cornu

الملحق رقم (ج)

المراجع

على الصفحات التالية ، بعض من أكثر الأعمال فائدة من الناحية العامة ، أو أعمال في مجال البحوث المتخصصة أو التي تتحدث عن أنواع الحيوانات ، مع مقالات منقحة ، وعدد محدود من البحوث الأصلية والبحوث المتخصصة ، وبمنظرة أكثر عمقا فيما كتب عن الموضوعات الخاصة ، فإن هذين المؤلفين هما أكثر إفادة في هذا المجال .

Zoological Record, 1864-date. London

كل مجلد سنوي يضم قائمة بجميع المقالات التي نشرت أثناء السنة ، خاصة بكل رتبة من رتب الفقاريات ، ثم يتبعه بقوائم مصنفة عن تلك المقالات التي تتناول مختلف الموضوعات في التشريح وعلم الأجنة وهكذا .

Biological Abstracts, 1926-date. Philadelphia

سجل شامل يرمي الى تجريد وتبويب كل البحوث التي نشرت في أي فرع من فروع البيولوجيا .

وعلى الصفحات التالية ، وضعت أكثر المؤلفات فائدة من الناحية العامة في البداية ، تليها الأعمال ذات الطبيعة الأكثر تخصصا أو التي تقتصر في مجالها على الصفحة التشريحية .

GENERAL

Bolk, L., Göppert, E., Kallius, E., and Labosch, W.: *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere*. 6 vols. Berlin and Vienna, Urban und Schwartzberg, 1931-1939. A comprehensive work on vertebrate anatomy by many specialists; includes extensive bibliographies.

Bronn, H. G., et al.: *Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*. Leipzig and Heidelberg, Winter 1874-date. A voluminous work by various authors, published in parts, some old, some new, some as yet incomplete, which gives great attention to the anatomy of the various vertebrate groups as well as to classification and distribution.

Kükenthal, W., and Krumbach, T., editors: *Handbuch der Zoologie*. Berlin and Leipzig, W. de Gruyter & Company, 1923-date. A work similar to the last in scope; incomplete, as yet.

Grasé, P. P.: *Traité de Zoologie, Anatomie, Systematique, Biologie*. Vols. 1-17. Paris, Masson et Cie, 1948-1958. Not yet complete. Vol. IX treats of lower chordates; vols. X-XVII of vertebrates.

Goodrich, E. S.: *Studies on the Structure and Development of Vertebrates*. London, The Macmillan Company, 1930. A stimulating discussion of many anatomic problems by a first rate authority. Reprinted by Dover Publications, New York, 1958.

- Owen, R.: On the Anatomy of Vertebrates. 3 vols. London, Longmans. 1868. A classic, full of original observations.
- Cuvier, G.: *Leçons d'Anatomie Comparée*, 5 vols. Paris, 1805. The first great comparative anatomy.
- Young, J. Z.: *The Life of Vertebrates*. 2nd ed. London and New York, Oxford University Press, 1962. An excellent, group by group account, not only of structure but of life habits and functions of the vertebrates.
- Marinelli, W., and Strenger, A.: *Vergleichende Anatomie und Morphologie der Wirbeltiere*. Wien, Franz Deuticke, 1954, 1959. Paris so far issued treat of cyclostomes and Squelae.
- Ihle, J. E. W., et al.: *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere*. Berlin, J. Springer, 1927. A substantial volume on comparative anatomy by Dutch authors, translated into German.
- Böker, H.: *Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere*. 2 vols. Jena, Gustav Fischer, 1935, 1937.
- Romer, A. S.: *The Vertebrate Story*. Chicago, University of Chicago Press, 1959. An elementary account of vertebrate evolution.
- Colbert, E. H.: *Evolution of the Vertebrates*. New York, Wiley, 1955.
- Romer, A. S.: *Vertebrate Paleontology*. 2nd ed. Chicago, University of Chicago Press, 1945.
- Piveteau, J.: *Traité de Paléontologie*. 8 vols. Paris, Masson et Cie. 1952-1958. A comprehensive work, five volumes of which treat of vertebrates. The volume on fishes not yet published.
- Thompson, J. W.: *On Growth and Form*. 2nd ed. Cambridge, England, Cambridge University Press, 1942.
- Nomina Anatomica. Revised by the International Anatomical Nomenclature Committee. Baltimore, Williams & Wilkins Company, 1956.
- Prosser, C. L., and Brown, F. A., Jr.: *Comparative Animal Physiology*. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1961. Contains much data on physiology of vertebrates as a whole. (The data of standard tests on human physiology such as the work next cited apply well to mammals but in a much lesser degree to other vertebrate groups.)
- Ruch, T. C., and Fulton, J. F.: *Medical Physiology and Biophysics*. (18th edition of Howell's Textbook of Physiology) Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1960.
- Buddenbrock, W. von: *Vergleichende Physiologie*. 4 vols. Basel, Birkhäuser, 1950-1956.

CELLS AND TISSUES

- Scott, G. G., and Kendall, J. I.: *The Microscopic Anatomy of Vertebrates*. 3rd ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1947.
- Cole, C. A.: *Comparative Histology*. New York, Blakiston Company, 1955.
- Krause, R.: *Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere*. Berlin, W. de Gruyter & Company, 1923.
- Maximov, A., and Bloom, W.: *A Textbook of Histology*. 5th ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1948. This and the two following are representative histologies based on human material.
- LeGros Clark, W. E.: *The Tissues of the Body*. 2nd ed. London and New York, Oxford University Press, 1945.
- Windle, W. F.: *Textbook of Histology*. 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1960.
- De Robertis, E. D. P., Nowinski, W. W., and Sosa, F. A.: *General Cytology*. 3rd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1960.
- Baldwin, E.: *An Introduction to Comparative Biochemistry*. 3rd ed. Cambridge, England, Cambridge University Press, 1952.

EMBRYOLOGY

- DeBeer, G. R.: *Embryos and Ancestors*. London and New York, Oxford University Press, 1951.
- Bischof, A., Dalec, A., and Gérard, P.: *Traité d'Embryologie des Vertébrés*. 2nd ed. Paris, Masson et Cie, 1935.
- Nelson, O. E.: *Comparative Embryology of Vertebrates*. New York, Blakiston Company, 1953.
- Hertwig, O., and others: *Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere*. 3 vols. Jena, Fischer, 1901-1906. A comprehensive, well illustrated work; out of date in certain aspects.
- Kerr, J. G.: *Text-Book of Embryology*. Vol. II. Vertebrates with the Exception of Mammals. London, Macmillan Company, 1919.
- Witschi, E.: *Development of Vertebrates*. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1956.

- Willier, B. H., Weiss, P. A., and Hamburger, V., editors: *Analysis of Development*. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1955.
- Waddington, C. H.: *Principles of Embryology*. London, George Allen & Unwin, 1956.
- Arvey, L. B.: *Developmental Anatomy*. 6th ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1954. Primarily mammalian and human.
- Hamilton, W. J., Boyd, J. D., and Mossman, H. W.: *Human Embryology*. 2nd ed. Cambridge, England, Helfer, 1952.
- Sturck, D.: *Embryologie*. Stuttgart, Thieme, 1955.
- Patten, B. M.: *Foundations of Embryology*. New York, McGraw-Hill, 1958.
- Patten, B. M.: *Early Embryology of the Pig*. 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1948.
- Lillie, F. R.: *Development of the Chick*; revised and edited by H. L. Hamilton. New York, Holt, 1952.
- Patten, B. M.: *Early Embryology of the Duck*. 4th ed. New York, McGraw-Hill, 1951.
- Waddington, C. H.: *The Epigenetics of Birds*. London, Cambridge University Press, 1952.
- Romanoff, A. L.: *The Avian Embryo*. New York, The Macmillan Company, 1960.
- Nörstadius, S.: *The Neural Crest*. London, Oxford University Press, 1950.

SKIN

- Schaffer, J.: *Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere*. Berlin and Wien, Urban und Schwarzenberg, 1940.
- Fox, L. D.: *Animal Biochromes and Structural Colours*. London, Cambridge University Press, 1953.
- DuShane, G.: The embryology of vertebrate pigment cells. Part I. Amphibia. *Quart. Rev. Biol.* 18:109-127, 1943; Part II. Birds. 19:96-117, 1944.
- Parker, G. H.: *Animal Color Changes and their Neurohumors*. London, Cambridge University Press, 1948.
- Lillie, F. R.: On the development of feathers. *Biol. Rev.* 17:247-266, 1942.
- Paris, P.: Recherches sur la gland uropygienne des oiseaux. *Arch. Zoologie Expérimental et Générale* 53:132-276, 1914.
- Harvey, E. N.: *Bioluminescence*. New York, Academic Press, 1952.

SKELETON

- Reynolds, S. H.: *The Vertebrate Skeleton*. 2nd ed. Cambridge, 1913.
- Gregory, W. K.: *Evolution Emerging*. 2 vols. New York, The Macmillan Company, 1951. Extremely valuable illustrations.
- Kummer, B.: *Beurprinzipien des Skelets*. Stuttgart, Thieme, 1959.
- Murray, P. D. F.: *Bones. A study of the Development and Structure of the Vertebrate Skeleton*. London, Cambridge University Press, 1936.
- Haines, R. W.: The evolution of epiphyses and of endochondral bone. *Biol. Rev.* 17:267-292, 1942.
- Gray, J.: *How Animals Move*. London, Cambridge University Press, 1953.
- Goodrich, E. S.: On the scales of fish, living and extinct, and their importance in classification. *Proc. Zool. Soc. London*, 751-774, 1906.
- Kerr, T.: The scales of primitive living actinopterygians. *Proc. Zool. Soc. London* 122:55-78, 1952.
- Schnallhausen, J. J.: Zur Morphologie der unpaaren Flossen. *Zachr. wissenschaftliche Zoologie* 100: 509-587; 104:1-80, 1912-1913.
- Goodrich, E. S.: On the dermal bio-rays of fishes—living and extinct. *Quart. J. Microscopical Sc.* 47: 465-522, 1904.
- Williams, E. E.: Gadov's arcualia and the development of tetrapod vertebrae. *Quart. Rev. Biol.*, 34:1-32, 1959.
- Piiper, J.: On the evolution of the vertebral column in birds. *Philos. Trans. Roy. Soc. London (B)* 216: 285-351, 1928.
- Westoll, T. S.: The Lateral-Fin-fold Theory and the Pectoral Fins of Ostracoderms and Early Fishes. In Westoll, T. S., ed.: *Studies on Fossil Vertebrates*. London, University of London, 180-211, 1958.
- Gregory, W. K., and Raven, H. C.: Studies on the origin and early evolution of paired fins and limbs. *Ann. New York Acad. Sc.* 42:273-360, 1944.
- Parker, W. K.: *A Monograph on the Structure and Development of the Shoulder Girdle and Sternum*. London, Ray Society, 1868.
- Watson, D. M. S.: The evolution of the tetrapod shoulder girdle and fore-limb. *J. Anat.* 52:1-63, 1917.

- Schaeffer, B.: The morphological and functional evolution of the tarsus in amphibians and reptiles. *Bull. Am. Museum Natural Hist.* 78:395-472, 1941.
- Gregory, W. K., Minor, R. W., and Noble, G. K.: The carpus of *Eryops* and the primitive cheiropterygium. *Bull. Am. Museum Natural Hist.* 48:279-288, 1923.
- Fisher, H. I.: Adaptations and comparative anatomy of the locomotor apparatus of New World vultures. *Am. Midland Naturalist* 35:545-727, 1946.
- Berger, A. J.: The comparative functional morphology of the pectoral appendage in three genera of *Caculidae*. *Am. Midland Naturalist* 47:513-605, 1952.
- Romer, A. S.: The Osteology of Reptiles. Chicago, University of Chicago Press, 1956.
- Shufeldt, R. W.: Osteology of birds. *Bull. New York State Museum* 130:5-381, 1909.
- Flower, W. H.: An Introduction to the Osteology of the Mammalia. 3rd ed. London, The Macmillan Company, 1885. An old but useful little book. (Reissued by Dover Press, New York, 1962.)
- Jayne, H.: Mammalian Anatomy. Part I. The Skeleton of the Cat. Philadelphia, Lippincott Company, 1909.

SKULL

- DeBeer, G. R.: The Development of the Vertebrate Skull. London and New York, Oxford University Press, 1937. Publication preceded by a series of detailed papers on various forms by DeBeer and colleagues. Good bibliography.
- Parker, W. K.: Structure and development of the skull. A long series of papers on the following forms: Ostrich, Fowl, Rana, Batrachia, Salmon, Pig, Urodela, *Tropidonotus*, *Lacertilia*, *Acipenser*, *Lepidosteus*, *Edentata* and *Insectivora*, Birds, Sharks and Skates, *Crocodylia*, *Opisthocomus*, in the following journals: *Philos. Trans. Roy. Soc. London (B)* 156, 159, 161, 163, 164, 167, 169, 170, 173, 176, 1866-1885; *Tr. Zool. Soc. London* 9, 10, 11, 13, 1875-1891; *Tr. Linnean Soc. London*, *Zoology*, 1, 2, 1875-1888. Old but well illustrated and valuable.
- Gregory, W. K.: Fish skulls: A study of the evolution of natural mechanisms. *Tr. Am. Philosophical Soc.* 23:75-481, 1933.
- Schäufelin, H.: Beiträge zur Entwicklungsgegeschichte und Anatomie der Wirbeltiere: *Sphenodon*, *Callosyrinchus*, *Chamaeleo*, *Zoologica* (Stuttgart) 16:1-98, 1903.
- Gaupp, E.: Das Chondrocranium von *Lacerta agilis*. *Anatomische Hefte* (Arb.) 15:433-595, 1900.
- Peyer, B.: Die Entwicklung des Schädelkapselles von *Vipera aspis*. *Morphologisches Jahrbuch* 44:563-621, 1912.
- Radovanovic, M.: Osteologie des Schlangenkopfes. *Jenaische Zeitschr. Naturwissenschaft* 71:179-312, 1937.
- Brook, G. T.: On the development of the skull of *Leptodeira hotamboia*. *Quart. J. Microscopical Sc.* 73: 289-334, 1929.
- Bellairs, A. d'A.: The anterior brain-case and interorbital septum of *Sauropsida* with a consideration of the origin of snakes. *J. Linnean Soc. London, Zoology*, 41:482-512, 1949.
- Versluys, J.: Das Streptostylie-Problem und die Bewegungen im Schädel bei *Sauropsiden*. *Zoologische Jahrbücher (Anat.)*, Supplement 15(2): 545-714, 1912.
- Jollie, M. T.: The head skeleton of the lizard. *Acta Zoologica*, 41:1-64, 1960.
- Lajker, T.: Studien über die Gaumenregion bei Sauriern im Vergleich mit Anamniern und primitiven *Sauropsiden*. *Zoologische Jahrbücher* 49:57-356, 1927.
- Hofer, M.: Neuere Untersuchungen zur Kopfmorphologie der Vögel. Basel. *Acta 11th Congrès International d'Ornithologie* 104-137, 1955.
- Crompton, A. W.: The development of the chondrocranium of *Spheniscus demersus* with special reference to the columella auris of birds. *Acta Zoologica* 34:71-146, 1953.
- Lang, C.: Das Cranium der Ratiten mit besonderer Berücksichtigung von *Struthio camelus*. *Zschr. wissenschaftliche Zoologie* 159:165-224, 1956.
- Jollie, M. T.: The head skeleton of the chicken and remarks on the anatomy of this region in other birds. *J. Morphol.* 100:389-436, 1957.
- Starck, D.: Zur Morphologie des Primordialschädelns von *Manis javanica* Desm. *Morphologisches Jahrbuch* 86:1-122, 1941. One of a series of mammal skull studies by Starck and his students.
- Kampen, P. N. van: Die Tympanallage und des Säugetierkopfschädel. *Morphologisches Jahrbuch*, 34:321-722, 1905.

MUSCLES

- Fisher, H. I., and Goodman, D. C.: The Myology of the Whooping Crane, *Grus americana*. Illinois Biological Monographs, 24, no. 2, 1955.
- Shufeldt, R. W.: The Myology of the Raven. New York, Macmillan Company, 1890.
- Maurer, F.: Die Entwicklung der ventralen Rumpfmuskulatur bei Reptilien. *Morphologisches Jahrbuch* 26:1-60, 1898.
- Straus, W. L., and Rawles, M. E.: An experimental study of the origin of the trunk musculature and ribs in the chick. *Am. J. Anat.* 92:471-510, 1953.
- Gilbert, P. W.: The origin and development of the human extrinsic ocular muscles. *Contrib. Embryol.* 36:59-78, 1957.
- Braus, H.: Die Muskeln und Nerven der *Ceratodactylus*. *Semon's Zoologische Forschungsreisen in Australien* 1:137-300, 1901.
- Sewerzoff, A. N.: Studien über die Entwicklung der Muskeln, Nerven und des Skeletts der Extremitäten der niederen Tetrapoda. *Bull. Soc. Impériale Naturalistes Moscou (p.s.)* 21:1-430, 1907.
- Romer, A. S.: The development of tetrapod limb musculature—the shoulder region of *Lacerta*. *J. Morphol.* 74:1-41, 1944.
- Romer, A. S.: The development of the thigh musculature of the chick. *J. Morphol.* 43:347-385, 1927.
- Fürbringer, M.: Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln. *Jenaische Ztschr. Naturwissenschaft* 36:289-736, 1902; *Morphologisches Jahrbuch* 1, 1875: 7, 1878; 8, 1874; 34, 1902.
- Sy, M.: Funktionell-anatomische Untersuchungen am Vogelflügel. *J. Ornithologie* 84:199-296, 1936.
- Hudson, G. E.: Studies on the muscles of the pelvic appendage in birds. *Am. Midland Naturalist* 18:1-108, 1937.
- Howell, A. B.: Morphogenesis of the shoulder architecture: Aves. *Auk* 54:363-375, 1937.
- Edgeworth, F. H.: The Cranial Muscles of Vertebrates. London, The Macmillan Company, 1985.
- Drüner, L.: Zungenbein-, Kiemenbogen- und Kehlkopf-Muskeln der Urodelen. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* 15:435-622; 19:361-690, 1902-1904.
- Lakjer, T.: Studien über die Trigemini-versorgte Kau-muskulatur der Säugetiere. Copenhagen, C. A. Reitzel, 1926.
- Hass, G.: Die Kiefermuskulatur und die Schädelmechanik der Schlangen in vergleichender Darstellung. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* 53:127-198; 1931, See also *ibid.* 52:1-218, 1930.
- Starck, D., and Barnikol, A.: Beiträge zur Morphologie der Trigemini-muskulatur der Vögel (besonders der Accipitres, Cathartidae, Striges und Anseres). *Morphologisches Jahrbuch* 94:1-64, 1954.
- Hofer, H.: Zur Morphologie der Kiefermuskulatur der Vögel. *Zoologische Jahrbücher* 70:427-556, 1950.
- Cheng, C. C.: The development of the shoulder region of the opossum, *Didelphys virginiana*, with special reference to the musculature. *J. Morphol.* 97:415-471, 1955.
- Grandtner, H.: Electric fishes. *Scientific American* 203:115-120, 1960.

CELOM

- Butler, G. W.: On the subdivision of the body-cavity in lizards, crocodiles, and birds. *Proc. Zool. Soc. London* 452-474, 1889; snakes, 477-498, 1892.
- Mall, F. P.: Development of the human coelom. *J. Morphol.* 12:395-453, 1897.
- Keith, A.: The nature of the mammalian diaphragm and pleural cavities. *J. Anat. Physiol.* 39:243-284, 1905.
- Wells, L. J.: Development of the human diaphragm and pleural sacs. *Carnegie Inst. Washington, Contrib. Embryol.* 35:107-134, 1954.

MOUTH AND PHARYNX

- Sonntag, C. F.: The comparative anatomy of the tongues of the Mammalia. *Proc. Zool. Soc. London*, 1920, 115-129; 1921, 1-29, 277-322, 497-521, 741-755; 757-767; 1922, 639-657; 1923, 129-153, 515-529; 1924, 725-741, 743-755.
- Time, H. W., and Henry, C. B.: *Tomes' Dental Anatomy*. New York, The Macmillan Company, 1923.
- Owen, R.: *Odontography—A Treatise on the Comparative Anatomy of the Teeth*. London, Hippolyte Bailliere, 1840. Despite its antiquity, a valuable comprehensive account.
- Scott, J. H., and Symons, N. B.: *Introduction to Dental Anatomy*. Edinburgh and London, E. and S. Livingstone, 1952.

- Appelbaum, E.: Enamel of shark's teeth. *J. Dent. Res.* 21:251-257, 1942.
- Edmund, A. C.: Tooth Replacement Phenomena in the Lower Vertebrates. Contribution 52, Life Sciences Division, Royal Ontario Museum, Toronto, 1960.
- Gregory, W. K.: A half century of trituberculy. The Cope-Osborn theory of dental evolution, with a revised summary of molar evolution from fish to man. *Proc. Am. Philosophical Soc.* 73:169-317, 1934.
- Woskobiitnikoff, M.: Der Apparat der Kiemenströmung bei den Fischen. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* 55:315-488, 1932.
- Copeland, D. E.: The cytological basis of chloride transfer in the gill of *Fundulus heteroclitus*. *J. Morphol.* 82:201-227, 1948; 87:369-380, 1950.
- Adams, W. E.: The cervical region of the *Leontiflu*. *J. Anat.* 74:57-71, 1939.
- Klapper, C. E.: The development of the pharynx of the guinea pig with special emphasis on the fate of the ultimobranchial body. *Am. J. Anat.* 79:361-397, 1946.
- Jones, F. R. H., and Marshall, N. B.: The structure and functions of the teleostean swimbladder. *Biol. Rev.* 28:16-83, 1953.
- Rauther, M.: Zug vergleichenden Anatomie der Schwimmblase der Fische. *Ergeb. Zoologie* 5:1-66, 1922.
- Ballantyne, F. M.: Air bladder and lungs; a contribution to the morphology of the air bladder of fish. *Tr. Roy. Soc. Edinburgh* 55:371-394, 1927.
- Müller, B.: The air sacs of the pigeon. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 1:365-414, 1908.
- Locy, W. A., and Larsell, O.: The embryology of the birds' lung. *Am. J. Anat.* 19:447-501, 1916.
- Huntington, C. S.: A critique of theories of pulmonary evolution in the Mammalia. *Am. J. Anat.* 27:99-201, 1920.

DIGESTIVE SYSTEM

- Slipfer, E. J.: Die physiologische Anatomie der Verdauungsorgane bei den Vertebraten. *Tabulae Biologicae* 21:1-81, 1946.
- Peterson, H.: Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung des Selachien Darmes. *Jenaische Zeitschr. Naturwissenschaft* 43:619-652; 44:123-148, 1908.
- Jacobshagen, E.: Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. II. *Jenaische Zeitschr. Naturwissenschaft* 49:373-810, 1913.
- Hookins, G. S.: On the enteron of American ganoids. *J. Morphol.* 11:411-442, 1895.
- Greene, C. W.: Anatomy and histology of the alimentary tract of the king salmon. *Bull. U. S. Bureau Fisheries* 32:73-100, 1912.
- Blehn, I. H.: Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain teleost fishes. *J. Morphol.* 50:39-70, 1930; 60:77-102, 1936.
- Mitchell, P. C.: On the intestinal tract of birds; with remarks on the valuation and nomenclature of zoological characters. *Tr. Linnæan Soc. London Zoology* 8:173-275, 1901.
- Calhoun, M. L.: *Microscopic Anatomy of the Digestive System of the Chicken*. Ames, Iowa, Iowa State College Press, 1954.
- Pernkopf, E.: Beiträge zur vergleichende Anatomie des vertebreten Magens. *Zeitschr. Anat.* 91:329-390; 1930.
- Hirsch, C. C.: Magenlose Fische. *Zoologischer Anzeiger, Ergänzungsband* 145:302-326, 1950.
- Cornelius, C.: Morphologie, Histologie und Embryologie des Muskelmagens der Vögel. *Morphologisches Jahrbuch* 54:507-559, 1925.
- Kadon, L.: Über Epithel und Drüsen des Vogelschlund. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* 61:421-466, 1936.
- Ellas, H.: Liver morphology. *Biol. Rev.* 30:263-310, 1955.
- Corham, F. W., and Ivy, A. C.: General function of the gall bladder from the evolutionary standpoint. *Field Museum of Natural History, Zoology Series*, 22:159-213, 1938.
- Hill, W. C. O.: A comparative study of the pancreas. *Proc. Zool. Soc. London* 581-631, 1926.

URINARY AND REPRODUCTIVE SYSTEMS

- Fraser, E. A.: The development of the vertebrate excretory system. *Biol. Rev.* 25:159-187, 1950.
- Conel, J. L.: The urogenital system of myxinoidea. *J. Morphol.* 29:75-164, 1917.
- Forces, J.: Recherches sur le système uro-génital des elasmobranches. *Arch. Zoologie expérimentale et générale* (4) 4:199-484, 1906.

- Kempton, R. T.: Studies on the elasmobranch kidney. *J. Morphol.* 73:247-263, 1943; *Biol. Bull.* 104: 45-56, 1953.
- Kindahl, M.: Zur Entwicklung der Exkretionsorgane von Diposöern und Amphibien. *Acta Zoologica*, 19. 1-190, 1938.
- Cray, P.: The development of the amphibian kidney. *Quart. J. Microscopical Sc.* 73:507-546, 1930; 75:425-466, 1932; 78:445-473, 1936.
- Semon, R.: Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbeltiere. Dargelegt an der Entwicklung dieses organsystems bei *Ichthyophis glutinosus*. *Jenaische Zschr. Naturwissenschaft*, 26: 89-203, 1892.
- Buchanan, G., and Fraser, E. A.: The development of the urogenital system in the Marsupialia with special reference to *Trichosurus vulpecula*. Part 1. *J. Anat.* 53:35-95, 1918.
- Smith, H. W.: The Kidney. London and New York: Oxford University Press, 1951.
- Huber, G. C.: On the morphology of the renal tubules of vertebrates. *Anat. Rec.* 13:305-339, 1917.
- Edwards, J. G.: Studies on aglomerular and glomerular kidneys. *Am. J. Anat.* 42:75-108, 1928; *Anat. Rec.* 44:15-28, 1929.
- Smith, H. W.: Water regulation and its evolution in fishes. *Quart. Rev. Biol.* 7:1-26, 1932.
- Smith, H. W.: From Fish to Philosopher. Boston, Little, Brown and Company, 1953. Vertebrate evolution with kidney evolution as the leitmotif.
- Swift, C. H.: Origin and early history of primordial germ cells in the chick. *Am. J. Anat.* 15:483-516, 1914.
- Everett, H. B.: The present status of the germ-cell problem in vertebrates. *Biol. Rev.* 20:45-55, 1945.
- Witachi, E.: Migration of the germ cells of human embryos from the yolk sac to the primitive gonadal folds. *Carnegie Inst. Washington, Contrib. Embryol.* 32:67-90, 1948.
- Maschkowzeff, A.: Zur Phylogenie der Geschlechtsdrüsen und der Geschlechtsausführgänge bei den Vertebrata auf Grund von Forschungen betreffend die Entwicklung des Mesonephros und der Geschlechtsorgane bei den Acipenseriden, Salmoniden und Amphibien. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* 59:1-68, 201-276, 1934-35.
- Moore, C. R.: The biology of the mammalian testis and scrotum. *Quart. Rev. Biol.* 1:4-50, 1926.
- Boyd, E. A.: The development of the cloaca in birds. *Am. J. Anat.* 30:163-201, 1922.
- Leigh-Sharpe, W. H.: The comparative morphology of the secondary sexual characters of elasmobranch fishes. *J. Morphol.* 34:245-265; 35:359-380; 36:221-243; 42:307-308, 1920-1926.

CIRCULATORY SYSTEM

- Jordan, H. E.: The evolution of blood-forming tissues. *Quart. Rev. Biol.* 8:58-76, 1933.
- Chèvremont, M.: Le système histiocytaire ou réticulo-endothélial. *Biol. Rev.* 23:267-295, 1948.
- Krogh, A.: The Anatomy and Physiology of Capillaries. New Haven, Yale University Press, 1929.
- Drinker, C. K., and Jaffey, J. M.: Lymphatics, Lymph and Lymphoid Tissue. Cambridge, Harvard University Press, 1941.
- Foxon, G. E. H.: Problems of the double circulation in vertebrates. *Biol. Rev.* 30:196-228, 1955.
- O'Donoghue, C. H., and Abbott, E.: The blood-vascular system of the spiny dogfish? *Squalus acanthias* Linn., and *Squalus sucklii* Gill. *Tr. Roy. Soc. Edinburgh*, 55:283-890, 1928.
- Robertson, J. I.: The development of the heart and vascular system of *Lepidosteus paradoxus*. *Quart. J. Microscopical Sc.* 59:53-132, 1913.
- O'Donoghue, C. H.: The blood-vascular system of the tuatara, *Sphenodon punctatus*. *Philos. Tr. Roy. Soc. London (B)* 210:175-252, 1920.
- O'Donoghue, C. H.: The circulatory system of the common grass snake (*Tropidonotus natrix*). *Proc. Zool. Soc. London* 612-647, 1912.
- Hochstetter, T.: Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Blutgefäßsystems der Krokodile. *Voeltzkow, A., Reise in Ostafrika*, 4:1-139, 1906.
- Hill, W. C. O.: The blood-vascular system of *Tarsius*. *Proc. Zool. Soc. London*, 123:655-692, 1953.
- Heuser, C. H.: The branchial vessels and their derivatives in the pig. *Carnegie Inst. Washington, Contrib. Embryol.* 15:121-139, 1923.
- Davis, D. D., and Storey, H. E.: The carotid circulation in the domestic cat. *Publications, Field Museum of Natural History, Zoology*, 28:5-47, 1943.
- Reagan, F. P.: A century of study upon the development of the eutherian vena cava inferior. *Quart. Rev. Biol.* 4:179-212, 1929.
- Butler, E. G.: The relative role played by the embryonic veins in the development of the mammalian vena cava posterior. *Am. J. Anat.* 39:267-353, 1927.
- Barnett, C. H., Harrison, R. J., and Tomlinson, J. D. W.: Variations in the venous systems of mammals. *Biol. Rev.* 33:442-487, 1958.

- Padgett, U. H.: The development of the cranial venous system in man, from the viewpoint of comparative anatomy. Carnegie Inst. Washington. Contrib. Embryol. 36:79-140, 1957.
- Greil, A.: Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Hirns und des Truncus arteriosus der Wirbeltiere. Morphologisches Jahrbuch 31:123-310, 1903.
- Davies, F., and Francis, E. T. B.: The conducting system of the vertebrate heart. Biol. Rev. 27:173-188, 1946.
- Benninghoff, A.: Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Amphibienherzens und zur Phylogenie des Reizleitungssystems. Morphologisches Jahrbuch 51:354-412, 1921.
- Kern, A.: Das Vogelerherz. Morphologisches Jahrbuch 56:264-315, 1926.

SENSE ORGANS

- Parker, G. H.: Smell, Taste, and Allied Senses in the Vertebrates. Philadelphia, Lippincott Company, 1912.
- Baradi, A. F., and Bourne, G. H.: Gustatory and olfactory epithelia. Internat. Rev. Cytol. 2:289-330, 1953.
- Noble, G. K., and Schmidt, A.: The structure and function of the facial and labial pits of snakes. Proc. Am. Philosophical Soc. 77:263-288, 1937.
- Pumphrey, R. J.: The sense organs of birds. *Ibis*, 90:171-199, 1948; Annual report of the Smithsonian Institution 305-330, 1948.
- Altman, A. C.: The morphology of the olfactory system in vertebrates. Biol. Rev. 28:195-244, 1953.
- Burne, R. H.: The anatomy of the olfactory organ of teleostean fishes. Proc. Zool. Soc. London 610-662, 1909.
- Parsons, T. S.: Studies on the comparative embryology of the reptilian nose. Bulletin. Museum of Comparative Zoology, Harvard, 120:104-277, 1959.
- Fänge, R., Schmidt-Nielsen, K., and Otsuki, H.: The salt gland of the herring gull. Biol. Bull. 115:162-171, 1958.
- Walls, G. L.: The vertebrate eye and its adaptive radiation. Cranbrook Institute of Science, Bulletin No. 19, 1942.
- Rochon-Duvigneaud, A.: Les Yeux et la Vision des Vertébrés. Paris, Masson et Cie, 1943.
- Polak, S.: The Vertebrate Visual System. Chicago, University of Chicago Press, 1958.
- DeWeiler, S. R.: Vertebrate Photoreceptors. New York, The Macmillan Company, 1943.
- Walls, A. d'A., and Boyd, J. D.: The lacrimal apparatus in lizards and snakes. Proc. Zool. Soc. London 117:81-101, 1947; 120:269-309, 1950.
- Wright, M. E.: The lateral line system of sense organs. Quart. Rev. Biol. 26:264-280, 1951.
- Dijkgraaf, S.: Bau und Funktionen der Seitenorgane und des Orlabyrinths der Fische. Experientia 8: 205-216, 1952.
- Lewinstein, O.: The equilibrium function of the vertebrate labyrinth. Biol. Rev. 11:113-145, 1936.
- Werner, S. C.: Das Gehörorgan der Wirbeltiere und des Menschen. Leipzig, George Thieme, 1960.
- Retzius, G.: Das Gehörorgan der Wirbeltiere. Morphologisch-histologische Studien. 2 vols. Stockholm, 1881-1884.
- Chernikov, N. S.: Beiträge zur Kenntnis der Weber'schen Apparates der Ostariophysen. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 49:501-597, 1927; 51:323-462, 1929.
- Reed, H. D.: The morphology of the sound-transmitting apparatus in caudate Amphibia. J. Morphol. 33: 325-375, 1920.
- Verlury, J.: Die mittlere und äussere Ohrsphäre der Lacertilia und Rhynchocephalia. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 12:161-406, 1898. See also *Ibid.* 18: 107-188, 1902.
- Gaupp, E.: Die Reichertsche Theorie (Hammer, Amboss- und Kieferfrage). Arch. Anat. Physiol. Supplement 1:1-417, 1913. On evolution of middle ear ossicles.

NERVOUS SYSTEM

- Kappers, C. U. A., Huber, C. C., and Crosby, E. C.: The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates, Including Man. 2 vols. New York, The Macmillan Company, 1936. A mine of information on comparative neurology, but difficult to work for one not a neurologist.
- Kappers, C. U. A.: The Evolution of the Nervous System in Invertebrates. Vertebrates and Man. Hearn, Erven F. Bohn, 1929.
- Sterri, C. J.: An Introduction to Neurology. 5th ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1931.

- Papez, J. W.: *Comparative Neurology*. New York, Thomas Y. Crowell Company, 1929. (Reprinted 1961.)
- Johnston, J. B.: *The Nervous System of Vertebrates*. Philadelphia, P. Blakiston's Son and Company, 1956.
- Detweiler, S. R.: *Neuroembryology*. New York, The Macmillan Company, 1936.
- Bullock, T. H.: The anatomical organization of the nervous system of Enteropezous. *Quart. J. Microscopical Sc.* 86:55-111, 1945.
- Silén, L.: On the nervous system of *Glossobalanus marginatus* Meck. *Acta Zoologica* 31:149-175, 1950.
- Weiss, P. A.: In vitro experiments on the factors determining the course of the outgrowing nerve fiber. *J. Exper. Zool.* 68:399-448, 1934.
- Herrick, C. J.: The doctrine of nerve components and some of its applications. *J. Comp. Neurol.* 13: 301-312, 1903.
- Frans, V.: *Nervensystem der Akrurien*. *Jenaische Ztschr. Naturwissenschaft* 59:401-526, 1923.
- Tretjakoff, D.: Das periphere Nervensystem des Fingerringes. *Ztschr. wissenschaftliche Zoologie*, 129:359-952, 1927.
- Goodrich, E. S.: On the spinal nerves of the *Myxinoidea*. *Quart. J. Microscopical Sc.* 80:153-158, 1937.
- Lindström, T.: On the cranial nerves of the cyclostomes with special reference to the *N. trigeminus*. *Acta Zoologica* 30:315-458, 1949.
- Herrick, C. J.: The cranial nerves of the bony fishes. *J. Comp. Neurol.* 9:153-455, 1899; cf. also 10: 265-322, 1900; 11:177-249, 1901.
- Neiris, H. W.: Cranial nerves of *Siren lacertina*. *J. Morphol.* 24:245-338, 1913.
- Watkinson, G. B.: The cranial nerves of *Varanus bivittatus*. *Morphologisches Jahrbuch* 35:450-472, 1906.
- Willard, W. A.: The cranial nerves of *Anolis carolinensis*. *Bulletin, Museum of Comparative Zoology, Harvard* 59:17-116, 1915.
- Mitchell, C. A. G.: *Anatomy of the Autonomic Nervous System*. Edinburgh and London, E. and S. Livingstone, Ltd., 1953.
- Nicol, J. A. C.: Autonomic nervous systems in lower chordates. *Biol. Rev.* 27:1-49, 1952.
- Campanhou, E. van: Historical survey of the development of the sympathetic nervous system. *Quart. Rev. Biol.* 5:23-50, 217-234, 1930.
- Yntema, C. L., and Hammond, W. S.: The development of the autonomic nervous system. *Biol. Rev.* 22: 344-359, 1947.
- Boeke, J.: The autonomic (enteric) nervous system of *Amphioxus lanceolatus*. *Quart. J. Microscopical Sc.* 77:623-658, 1935.
- Johnels, A. G.: On the peripheral autonomic system of the trunk region of *Lanopoda planeri*. *Acta Zoologica* 37:251-285, 1956.
- Young, J. Z.: The autonomic system of selachians. *Quart. J. Microscopical Sc.* 75:571-624, 1933.
- Young, J. Z.: On the autonomic nervous system of the teleostean fish, *Uranoscopus scaber*. *Quart. J. Microscopical Sc.* 74:492-525, 1931.
- Wend, L. W.: The development of the cerebro-spinal spaces in pig and in man. *Carnegie Inst. Washington, Contrib. Embryol.* 5:3-116, 1917.
- Stefanelli, A.: The mouthnerian apparatus in the Ichthyopods. *Quart. Rev. Biol.* 21:17-34, 1951.
- Herrick, C. J.: *The Brain of the Tiger Salamander*. Chicago, University of Chicago Press, 1948.
- Norris, H. W., and Hughes, S. P.: The cranial, occipital and anterior spinal nerves of the dogfish. *J. Comp. Neurol.* 31:293-395, 1920.
- Portmann, A.: Études sur la cérébralisation chez les oisillons. *Alauda* 14:2-20, 1946; 15:1-15, 1947.
- Herrick, C. J.: *Brains of Rats and Men*. Chicago, University of Chicago Press, 1926.
- Krieg, W. J. S.: *Functional Neuroanatomy*. Philadelphia, Blakiston Company, 1942.
- Larsell, O.: The development of the cerebellum in man in relation to its comparative anatomy. *J. Comp. Neurol.* 87:85-129, 1947.

ENDOCRINE ORGANS

- Turner, C. D.: *General Endocrinology*. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1960.
- Gorbman, A., editor: *Comparative Endocrinology*. New York, John Wiley and Sons, 1959.
- Pickford, C. E., Palay, S. L., Chambers, H. A., and Atz, E. H.: Fish endocrinology. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection* 14:1-16, 1953.
- Green, J. D.: The comparative anatomy of the hypophysis, with special reference to its blood supply and innervation. *Am. J. Anat.* 88:225-311, 1951.
- Field, W. S., Guillemin, R., and Carton, C. A., editors: *Hypothalamic-hypophyseal Interrelationships*. A Symposium. Houston, Baylor University College of Medicine, 1956.
- Portmann, W.: The neurosecretory system of the dienecephalon. *Endavour* 19:125-133, 1960.

- Lynn, C. W., and Wachowski, H. E.: The thyroid gland and its functions in cold-blooded vertebrates. *Quart. Rev. Biol.* 26:123-168, 1951.
- Goldsmith, E. D.: Phylogeny of the thyroid: descriptive and experimental. *Ann. New York Acad. Sc.* 30: 282-316, 1949.
- Boyd, J. D.: The development of the thyroid and parathyroid glands and the thymus. *Ann. Roy. Coll. Surgeons England* 7:455-471, 1950.
- Watzka, M.: Vergleichende Untersuchungen über den ultimobranchialen Körper. *Zschr. mikroskopisch-anatomisches Forschung* 3:4485-533, 1933.
- Marshall, F. H. A.: The Physiology of Reproduction. London, Longmans, Green, 1960.

LOWER CHORDATES

- Cressé, P.-P., editor: *Traité de Zoologie*, Tome XI. Echinodermes-Stomocordés-Procordés. Paris, Masson et Cie, 1948. Contains a comprehensive account of lower chordates by Davydoff, Brien, Drach, and others.
- Garstang, W.: The morphology of Tunicata. *Quart. J. Microscopical Sc.* 72:51-187, 1928.
- Franz, V.: Morphologie der Acrænaire. *Ergebn. Anat. u. Entwicklungsgeschichte* 27:464-692, 1927.
- Willéy, A.: Amphioxus and the Ancestry of Vertebrates. New York, Columbia University, 1894.

FISHES

- Deen, B.: A Bibliography of Fishes. 3 vols. New York, American Museum of Natural History, 1916-1923.
- Berg, L. S.: Classification of Fishes, Both Recent and Fossil. Ann Arbor, Edwards Bros., 1947. A translation of a Russian original. A new edition in Russian published in 1949.
- Goodrich, E. S.: A Treatise on Zoology, edited by E. Ray Lankester. Part IX. Vertebrata Craniata. Fascicule I. "Cyclostomes and Fishes." London, The Macmillan Company, 1909. A mine of data on fish anatomy; badly indexed, however.
- Norman, J. R.: A History of Fishes. 3rd ed. London, Ernest Benn, Ltd., 1947. Life history, habits, and so on, as well as structure.
- Bigelow, H. B., and Schroeder, W. C., editors: Fishes of the Western North Atlantic. New Haven, Sears Foundation for Marine Research, 1948. Designed as a comprehensive account of marine fishes. The first two volumes mainly devoted to sharks and rays.
- Moy-Thomas, J. A.: Paleozoic Fishes. London, Methuen and Co., Ltd., 1939.
- Romer, A. S.: The early evolution of fishes. *Quart. Rev. Biol.* 21:33-69, 1946.
- Brown, M. E.: The Physiology of Fishes. 2 vols. New York, Academic Press, 1957. Despite the limitation of the title, gives in the main a comprehensive account of fish biology and anatomy.
- Breder, C. M.: The locomotion of fishes. *Zoologica (New York)* 4:159-297, 1926.
- Allis, E. P. Jr.: The cranial muscles and cranial and first spinal nerves in *Amblyops*. *J. Morphol.* 12: 487-808, 1897. This and the following works by Allis are well-illustrated accounts of cranial anatomy.
- Allis, E. P. Jr.: The skull and cranial and first spinal muscles and nerves in *Scorpaenopsis*. *J. Morphol.* 18:45-328, 1903.
- Allis, E. P. Jr.: The cranial anatomy of the mail-cheeked fishes. *Zoologica (Stuttgart)* 22:1-219, 1909.
- Allis, E. P. Jr.: Cranial anatomy of *Polypterus*. *J. Anat.* 56:189-294, 1922.
- Allis, E. P. Jr.: The cranial anatomy of *Chlamydoselache angusticeps*. *Acta Zoologica* 4:123-221, 1923.
- Cole, F. J.: A monograph on the general morphology of the myxinoide fishes, based on a study of *Myxine*. *Tr. Roy. Soc. Edinburgh*, 49:293-344, 1913.
- Daniel, J. F.: The Elasmobranch Fishes. 3rd ed. Berkeley, University of California Press, 1934. Shark anatomy.
- Deux, R.: Chimæroid fishes. Carnegie Institution of Washington, Publication 32, 1906.
- Millot, J.: Le troisième océanien. Le Naturaliste Malagache, 1^{er} Supplément, 1954. Superficial structures of *Latimeria*.
- Millot, J., and Anthony, J.: Anatomie de *Latimeria chalumnae*. I. Skelette, Muscles et Formations de Soutien. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, 1958. The first of a series of anatomical monographs on this interesting animal.
- Greil, A.: Entwicklungsgeschichte des Kopfes und des Blutgefäßsystems von *Ceratodus forsteri*. *Semon's Zoologische Forschungsreise in Australien* 1:661-1492, 1906-1913.

AMPHIBIA

- Noble, G. K.: *The Biology of the Amphibia*. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1931; reprinted by Dover Publications, New York, 1954.
- Francis, E. T. B.: *The Anatomy of the Salamander*. London and New York, Oxford University Press, 1934.
- Ecker, A., Wiedersheim, R., and Gaupp, E.: *Anatomie des Frosches*. 3 vols., 2nd ed. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1888-1904. A thorough account of frog anatomy, which has passed through the hands of three successive authors.
- Holmes, S. J.: *The Biology of the Frog*. 4th ed. New York, Macmillan Company, 1927.
- Wiedersheim, R.: *Die Anatomie der Gymnophionen*. Jena, Gustav Fischer, 1879.
- Romer, A. S.: Review of the Labyrinthodontia. *Bulletin, Museum of Comparative Zoology, Harvard*, 99: 1-368, 1947.

* REPTILES

- Bellairs, A. d'A.: *Reptiles*. London, Hutchinson's University Library, 1957.
- Pope, C. H.: *The Reptile World*. New York, Alfred A. Knopf, 1954.
- Ditmars, R. L.: *Reptiles of the World*. New York, The Macmillan Company, 1933.
- Oliver, J. A.: *The Natural History of North American Amphibians and Reptiles*. Princeton, Princeton University Press, 1955.
- Carr, A.: *Handbook of Turtles*. Ithaca, Cornell University Press, 1952.
- Bellairs, A. d'A., and Underwood, G.: The origin of snakes. *Biol. Rev.* 26:193-237, 1951.
- Reese, A. M.: *The Alligator and its Allies*. New York, G. P. Putnam Sons, 1915.
- Colbert, E. H.: *Dinosaurs, Their Discovery and Their World*. New York, E. P. Dutton and Company, 1961.
- Williston, S. W.: *Water Reptiles of the Past and Present*. Chicago, University of Chicago Press, 1914.

BIRDS

- Pycraft, W. P.: *A History of Birds*. London, Methuen and Company, 1910. Includes anatomy.
- Thompson, J. A.: *The Biology of Birds*. London, The Macmillan Company, 1923.
- Newton, A., and Gadow, H.: *A Dictionary of Birds*. London, Adam and Charles Black, 1893-1896.
- Strong, R. M.: A bibliography of birds. Publication, Field Museum of Natural History, Zoology, 25: 1939-1959.
- Marshall, A. J.: *Biology and Comparative Physiology of Birds*. 2 vols. New York, Academic Press, 1960-1961.
- Wolfson, A., editor: *Recent Studies in Avian Biology*. Urbana, University of Illinois Press, 1955.
- Bradley, O. C.: *The Structure of the Fowl*. 2nd ed. London, Oliver and Boyd, Ltd., 1938.
- Chamberlain, I. W.: *Atlas of Avian Anatomy*. East Lansing, Michigan State College, Agricultural Experiment Station, 1943.
- Heilmann, G.: *The Origin of Birds*. New York, D. Appleton-Century Company, 1926.
- Holmgren, N.: Studies on the phylogeny of birds. *Acta Zoologica*:16:243-328, 1955.
- Fürbringer, M.: Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. Zugleich ein Beitrag zur Anatomie des Stütz- und Bewegungsorgane. 2 vols. Amsterdam and Jena, Gustav Fischer, 1888. Old but still basic work, including excellent comparative anatomical data.
- Bon, J. E. V.: Biologisch-anatomische Studien über den Hals der Vögel. Kongelige Danske Videnskabskabernes Selskab, naturvidenskabelig og matematisk Afdeling, Series 9, 1:101-222, 1929.
- Webb, M.: The ontogeny of the cranial bones, cranial peripheral and cranial parasympathetic nerves, together with a study of the visceral muscles of Struthio. *Acta Zoologica* 38:81-203, 1957.
- Groebels, F.: *Der Vogel*. Volume 1. Atmungswelt und Nahrungswelt. Berlin, Gebrüder Borntraeger 1932. Volume 2. Geschlecht und Fortpflanzung, 1937.
- De Beer, G.: *Archaeopteryx lithographica*. London, British Museum (Natural History), 1954.

MAMMALS

- Simpson, G. G.: The principles of classification and a classification of mammals. *Bulletin, American Museum of Natural History* 88: 1-350, 1945.
- Weber, M., Buriel, H. M. de, and Abel, O.: Die Säugtierr. 2 vols., 2nd ed. Jena, Gustav Fischer, 1927-1928. A standard work on mammalian anatomy and classification.
- Flower, W. H., and Lydekker, R.: An Introduction to the Study of Mammals, Living and Extinct. London, Adam and Charles Black, 1891. Old, but still useful.
- Bourliere, F.: The Natural History of Mammals. New York, Alfred A. Knopf, 1954.
- Young, J. Z.: The Life of Mammals. London, Oxford University Press, 1957.
- Sisson, S., and Grossman, J. D.: The Anatomy of the Domestic Animals. 3rd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1938. A comprehensive account of horse anatomy; ox, sheep, pig, and dog are covered more briefly.
- Devson, A., and Stromsten, F. A.: Mammalian Anatomy, with Special Reference to the Cat. 7th ed. Philadelphia, P. Blakiston's Son and Company, 1937.
- Reighard, J. E., and Jensings, H. S.: Anatomy of the Cat. 3rd ed. New York, Henry Holt and Company, Inc., 1935.
- Bendley, O. C., and Graham, T.: Topographical Anatomy of the Dog. 5th ed. New York, The Macmillan Company, 1943.
- Fraum, H., and Zietschmann, O.: Handbuch der Anatomie des Hundes. Berlin, P. Parey, 1936.
- Greene, E. C.: Anatomy of the rat. *Tr. Am. Philosophical Soc. (n.s.)* 27: 1-370, 1935.
- Howell, A. B.: Anatomy of the Wood Rat. Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1926.
- Gerhardt, U.: Das Kaninchen. Leipzig, H. E. Ziegler and R. Wolterbeck, 1909.
- Ellerman, J. R.: The Families and Genera of Living Rodents. 3 vols. London, British Museum (Natural History), 1940-1949.
- Bensley, B. A., and Craig, E. H.: Practical Anatomy of the Rabbit. 8th ed. Philadelphia, Blakiston Company, 1948.
- Howell, A. B.: Aquatic Mammals. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1930.
- Slijper, E. J.: Die Cetaceen, Vergleichend-Anatomisch und Systematisch. *Capita Zoologica* 8, 7: 1-590, 1936.
- Nickel, R., Schummer, A., and Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 1: Bewegungsapparat. 2nd ed. Berlin and Hamburg, Parey, 1961. Bd. 2 Eingeweide, 1960.
- Hill, W. C. O.: Primates. Comparative Anatomy and Taxonomy. 3 vols. Edinburgh, University Press, 1953, 1955, 1957. Planned to include all primates; volumes on higher forms have not yet appeared.
- Hefer, H., Schultz, A. H., and Starck, D., editors: Primatologia, 4 vols. Basel, Karger, 1956-1958. Not yet complete.
- LeGros Clark, W. E.: Early Forerunners of Man. Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1934. A discussion of the anatomy of lower primates.
- Hartman, C. C., and Straus, W. L., Jr., editors: The Anatomy of the Rhesus Monkey. Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1933.
- Howell, A. B.: Gross Anatomy: A Brief Systematic Presentation of the Macroscopic Structure of the Human Body. New York, D. Appleton-Century Company, Inc., 1939: More detailed accounts of human anatomy are available in the larger standard texts, such as Cunningham, Gray, and Morris.
- Woodward, H. H.: The anatomy of Tarsius spectrum. *Proc. Zool. Soc. London* 70: 1071-1184, 1936.
- LeGros Clark, W. E.: History of the Primates. 6th ed. London, British Museum (Natural History), 1958.
- Greene Clark, W. E.: The Antecedents of Man. Chicago, Quadrangle Books, 1960.

كشاف تحليلي

(أ)

Ovulation	الاباضة ٤٢٨
Apsidospondyli	أبسيديوسبونديلي ٦٢٩
Stereoscopic vision	إبصار مجسم ٥٢٨
Neoteny	إبكار البلوغ - بلوغ مبكر ٢٨
Hallux	إبهام القدم ٢٥٢
Pollex	إبهام اليد ٢٤٦
Garpike. See Lepidosteus	أبر منقار
Epiceratodus	إبيسيرا تودس ٦٩ شكل ٢٨ ب
ATP	ا ت ب ١٢١
Basal articulation of	الاتصال للفصل القاعدى فى حافظة
braincase	الخ ٢١٤ - ٢١٧، ٢٦٦
elements of fins	المناصر القاعدية فى الزعانف ٢١٨
nuclei	أنوية قاعدية ٥٩٩ - ٦٠٥
Acrodont tooth attachment	اتصال قى سنى ٣٤٩
Ultimobranchial bodies	الاجسام الخيشوية النهائية ٦٢٤
Nissl bodies	أجسام نسل ٥٥٠
Sexes	أجناس ١١، ٤٣٤ - ٤٣٧
Sex cords	أحبال جنسية ٤٣٨، ٤٤٠
development	تكوين الاحبال الجنسية ٤٣٥-٤٣٧
hormones. See Gonadrotrophic hormones.	هرمونات جنسية
Vocal cords	أحبال صوتية ٢٨٧
Amino acids	أحماض أمينية ١١٨

Fatty acid	أحماض دهنية ١١٧
tissue	نسيج دهني ١٧٦ ، ١٨٣
Nucleic acids	أحماض نووية ١١٨
Adrenalin	أدرينالين - كظرين ٦٢٠
Dermis	أدمة ١٦٣ ، ١٧٦ - ١٧٩ ، ١٨٣
Corium	أدمة الجلد
Ear,	أذن ٥٢٣ - ٥٤٧
amPullae	أمبولات الأذن ٥٣٥
canals of	قنوات الأذن ٥٣٥
cochlea	قوقعة الأذن ٥٤٥ - ٥٤٧
drum	طبلية الأذن ٥٤٥ - ٥٤٧
external, in mammals	أذن خارجية في الثدييات ٥٤١ - ٥٤٣
as hearing organ in fishes	الأذن كمعبر سمع في الأسماك ٥٣٩
internal	الأذن الداخلية ٥٣٤ - ٥٣٨ ، ٥٤٢ - ٥٤٧
in amphibians	الأذن الداخلية في البرمائيات ٥٤٦ ، ٥٤٨
embryologic origin	الأصل الجنيني للأذن الداخلية ٥٣٢
in reptiles	الأذن الداخلية في الزواحف ٥٤٢ - ٥٤٦
maculae of,	بقع الأذن ٥٢٣
membranous labyrinth	تبه غشائي الأذن ٥٢٣
middle, in mammals	الأذن الوسطى في الثدييات ٥٣٩ - ٥٤٣
in reptiles and birds	في الزواحف والطيور ٥٣٩ - ٥٤٢
as organ of equilibrium	الأذن كمعبر لتوازن ٥٣٣ - ٥٣٨
pinna of	صوان الأذن ٥٤٢

semicircular canals	قنوات نصف حلالية ٥٣٥ - ٥٣٨
vestibule of	دهليز الأذن ٥٤٢
Equilibrium, ear as organ of,	الأذن كمعضو للتوازن ٥٣٣ - ٥٣٧
Middle ear	أذن وسطى ٥٣٩ - ٥٤٣
Auricle(s) of heart	أذين القلب
Conies	أرانب الولايات المتحدة ١١١، ٦٤١
Ligaments, See. also under names of individual	أربطة، ١٨٣
ligaments.	• انظر أيضاً تحت أسماء الأربطة المختلفة
Tetrapoda	الأربع قدميات «الأربع أرجل» ٥٠
intestine in,	الأمعاء في الأربع قدميات ٤٠٦
limbs, muscles of,	الأطراف والمعضلات في الأربع قدميات ٣١١ - ٣٢٣
structure and function of,	تركيب ووظائف الأطراف في ٢٣٧ - ٢٤٥
locomotion in	الحركة في الأربع قدميات ٢٣٨ - ٢٤١
lower, braincase in	حافظة المخ في الأربع قدميات الدنيا ٢٨٢ - ٢٨٥
cloaca in,	المجمع في الأربع قدميات ٤٥٣ - ٤٥٦
lungs in,	الرئتين في الأربع قدميات ٢٨٢ - ٢٨٤
palate in	الحنك في الأربع قدميات ٢٧٩ - ٢٨٣
ribs in,	الضلوع في الأربع قدميات ٢١٠ - ٢١٣

skull roof in,	سقف الجمجمة في الأربع قديميات ٢٨١ - ٢٧١
urinary bladder in,	المثانة البولية في الأربع قديميات ٤٢٣
Symphysis,	ارتفاع ٢٩١
Arthrodiras	آرثروديرا ٥٨ : ٢٧٧
Leg (s) See Appendages,	الأرجل
Fins, limbs, and Locomotion in fishes	أنظر الأطراف والزعانف والحركة في الأسماك
Archosauria	أركوسوريا ٨٨ - ٩٢ ، ٦٣١
Archaeopteryx	أركيوپتركس ٩٣ - ٩٥
Anus	أنس - شرح ١٠
Astrapotheria	إستراپوثيريا ٦٣٦
Estrogens	إستروجين ٦٢٢
Photoreception	إستقبال الضوء ٥١٧ ، ٥٢٧
Stegoselachii,	إستيچو سيلاكبي ٦٢٧
Acetylcholine	استيل كولين ٥٦٣
Sphenodon,	أسفينودون ٨٧
Ancestry of vertebrates	أسلاف الفقاريات ٣٧ - ٤٤
Vertebrates, ancestry of,	أسلاف الفقاريات ٣٦ - ٤٠
Pisces,	أسماك ٥٠
Fishes	الأسماك ٤٨ ، ٤٩ ، ٥١ - ٧٨
aortic arches in	الأقواس الشريانية في الأسماك ٤٧٤ - ٤٧٦
bony	عظام ٦٢ - ٧٨
skull of	جمجمة الأسماك ٢٦٥ - ٢٧٢
cloaca in	المجمع في الأسماك ٤٥٣ - ٤٥٦

ear in	الاذن في الأسماك ٥٣٩
finis, paired, skeleton of,	هيكل الزعانف الزوجية للأسماك ٢٢٨ - ٢٢٤
locomotion in	الحركة في الأسماك ٢١٨ ، ٢٢٢ - ٢٢٥
lungs in	الرئات في الأسماك ٦٥ ، ٦٨ ، ٢٨٠ - ٢٨٣
operculum in	غطاء الخياشيم في الأسماك ١٩٤ ، ٣٧٢ ، ٣٧٤
palate in	سقف الحلق في الأسماك ٢٦٥-٢٧٢
ray-finned	زعانف مشعرة في الأسماك ٦٨ - ٧٨
ribs in	ضلوع الأسماك ٢١١
trunk musculature in	عضلات الجذع في الأسماك ٣٠٠ - ٣٠٦
urinary bladder in	المثانة البولية في الأسماك ٤٣٣
vertebrae in	الفقرات في الأسماك ٢٠١ ، ٢٠٣
Osteichthyes	الأسماك العظمية ٦٣٥ ، ٦٣٨ - ٦٧٨
Lungfishes, See Dipnoi.	أسماك رئوية
Dipnoi	أسماك رئوية ٦٨
Lungs of	الرئات في الأسماك الرئوية ٢٨٠ - ٢٨١
skull of	الجمجمة في الأسماك الرئوية ٢٦٧ - ٢٧٠
teeth of	الأسنان في الأسماك الرئوية ٣٥٥
Sharklike fishes. See	أسماك شبيهة بالقرش
Actinopterygii	أسماك شعاعية الزعانف ٧٠ ، ٧٧ ، ٦٢٨
skull of	جمجمة الأسماك شعاعية الزعانف ٢٦٧
Teleosts,	أسماك عظمية ٧٤ - ٧٦ ، ٦٢٨

cerebral hemispheres of	النصف كريان المخيان في الأسماك العظمية ٥٩٩
egg transport in,	انتقال البيض في الأسماك العظمية ٤٤٨
intestine	أمعاء الأسماك العظمية ٤٠٣ - ٤٠٧
skeleton of	هيكل الأسماك العظمية ٢٠٨
Bony fishes	أسماك عظمية ٥٠ ، ٦٣ - ٧٨
gills in	الحياشيم في الأسماك العظمية ٣٧٤ - ٣٧٦
Chondrostei	أسماك عظمية غضروفية ٧٠ - ٧٤
Chondrichthyes	أسماك غضروفية ٥٠ ، ٥١ ، ٥٩
	٦٢٧ ، ٦٣
Crossopterygii	أسماك فضية الزعانف ٦٢٨ ، ٦
skull of	جمجمة الأسماك فضية الزعانف ٢٦٥ - ٢٦٧ ، ٢٦٨
Choanichthyes	أسماك قمية ٦٥ ، ٦٢٩
Holocephali. See Chimaeras,	أسماك كاملة الرأس ٦٢٨
Sarcopterygii	أسماك لحمية الزعانف ٦٥ ، ٦٢٩
Holostei	أسماك متعظمة ٧٣ ، ٦٢٨
Ray-finned fishes. See Actinopterygii,	أسماك مشعرة الزعانف
Cement	أسمنت ٣٥٠
Teeth,	أسنان ٣٤٨ - ٣٦٥
attachment of,	اتصال الأسنان ٣٥٠
bundont	أسنان درنية ٣٦٣
canine	ناب ٣٥٩ ، ٣٦٠
carnassial	أسنان ٣٥٩ ، ٣٦٠
cuspid pattern of,	أسنان آكلة اللحم ٣٦٠

cuspid pattern of,	نظام تجمعات الأسنان ٣٦٠ - ٣٦٣
of cyclostomes (so-called)	أسنان دائريات الفم ٢٤٧
development	تكوين الأسنان ٣٥١
diastema in,	فرجة الأسنان ٣٦٠
differentiation in mammal	اختلاف الأسنان في الثدييات ٣٥٦ - ٣٦٢
history of dentition,	تاريخ التسنين ٣٦٠ - ٣٦٥
hypsodont,	أسنان عالية ٣٦٤
incisor	قواطع ٣٥٩ ، ٣٦٠
labyrinthodont,	أسنان كثيرة التعاريف ٣٥٦
lophodont	أسنان حافية ٣٦٣
mammalian molar patterns	نماذج الضروس في الثدييات ٣٦٠ - ٣٦٥
milk	أسنان لبنية ٣٥٢
molar	ضروس ٣٥٩ - ٣٦٥
occlusion	تطابق الأسنان ٣٥٢
origin of	نشأة الأسنان ٣٥٢
palatal	أسنان حنكية ٣٥٠
pharyngeal	أسنان خيشومية ٣٥٠
position,	مكان الأسنان ٣٥٠
premolar	ضروس أمامية ٣٥٩
replacement of	استبدال الأسنان ٣٥١ - ٣٥٥
selendont	أسنان ملالية ٣٦٣
shapes in lower vertebrates,	أشكال الأسنان في الفقاريات الدنيا ٣٥٨ - ٣٥٥
structure	تركيب الأسنان ٣٤٨ - ٣٥١
Carnassial teeth	أسنان اللحم ٣٦١
Pleurodont, tooth attachment	أسنان جانبية - تعلق الأسنان ٣٥٠

Lophodont teeth	أسنان حافية — أسنان ذات حواف
	٢٦٣
Rakers, gill,	أسنان خيشومية ٢٥٣ ، ٢٦٨
Bunodont teeth	أسنان درنية ٣٦٣
Hypsodont teeth.	أسنان عالية التسنين ٣٦٤
Milk teeth	أسنان لبنية ٣٥٩ — ٢٦٢
Thecodont tooth attachment	أسنان مشفرة ٣٥٠
Selenodont teeth	أسنان حلالية ٢٦٤
Digits	أصابع ٢٤٥
of manus	أصابع اليد ٢٤٥ — ٢٤٩
of pes	أصابع القدم ٢٥٢
Terminology, anatomic	اصطلاحات تشريحية ٢١ — ٢٣
Appendages	أطراف ١٣
pectoral	صدرية ٢٢٣
pelvic	حوضية ٢٢٣
skeleton of	هيكل الأطراف ١٩١ ، ٢٢٣ — ٢٥٢
Limb (s) See also Append-	أطراف ١٣ ، ٧٩
ages. Fins, and Locomotion	
in fishes,	أنظر أيضاً تحت الأطراف والزعانف وأعضاء الحركة في الأسماك
arteries of	شرايين الأطراف ٤٨٦
evolution of, in tetrapods	تطور الأطراف في الأربع قدميات ٢٣٧ — ٢٤٠
function and posture in	وظيفة ومكان الأطراف في الأربع
tetrapods.	قدميات ٢٤٠
muscle of	عضلات الأطراف ٣١١
skeleton of, in land	هيكل الأطراف في ثدييات البر
vertebrates,	٢٢٧ — ٢٥٢

in primitive tetrapods,	الأطراف في الأربع قديما البدائية ٢٣٧، ٨٤، ١٨٢
veins of,	أوردة الأطراف ٤٩٤
Pelvic appendages,	أطراف حوضية ٢٢٣
girdle	حزام حوضي ٢٢٨ - ٢٢٥
limbd, musculature of,	أطراف حوضية - عضلات الأطراف الحوضية
Pectoral appendages	أطراف صدرية ٢٢٣
girdle. See Shoulder girdle,	حزام صدري
limbs, musculature of	أطراف صدرية عضلات الأطراف الصدرية ٣١١ - ٣١٨
NALIS	أظافر ١٦٧، ١٦٨
Cristae of ear canals	أعراف، أفرع، القنوات السمعية ٥٣٥
Line nerves,	أعصاب الخط الجانبي ٥٣١، ٥٧٠
organs	أعضاء الخط الجانبي ٥٣١
plate mesoderm,	صفائح الميزودرم الجانبية ١٤٧، ٣٣٣
Luminous organs	أعضاء الإضاءة ١٧٤
Copulatory organs	أعضاء التلقيح ٤٥٦
Reproductive organs. See also	أعضاء التناسل ١١
Genital organs.	الأعضاء التناسلية ٤٣٤ - ٤٥٣
Genital organs	الأعضاء التناسلية الخارجية ٤٥٦
external	الحیود التناسلية ٤٣٧
ridges	أعضاء الشم ٥١٣ - ٥١٧
Olfactory organs	مسار الشم ٥٩٨
tract	أعضاء الضوء ١٧٤
Light organs	أعضاء جنسية
Sexual organs. See Genital	أعضاء كهربائية ٣٢٢
organs.	
Electric organs	

Columns, dorsal and ventral of spinal cord	أعمدة ظهريّة وبطنيّة في الحبل الشوكي
of brain stem	في ساق المخ ٥٩٥
Cecum	أعور ٤٠٦
pyloric	بوابي ٤٥
Rami of branchial nerves	أفرع الأعصاب الخيشومية ٥٧٢
of spinal nerves,	أفرع الأعصاب الشوكية ٥٥٦
Ophiacodon,	أفياكودون ٧٩
Elephants	الافنيال ١١٢ ، ٦٣٩
Intracalated discs,	أقراص محشورة ٣٢٤
Aortic arches,	أقواس أبهرية ٤٧٤ - ٥٠٥، ٤٨١
in amniotes	في اللارمليات ٤٧٧ - ٤٧٩
in amphibians	في البرمائيات ٤٧٥ - ٤٧٨
in fishes	في الأسماك ٤٧٦ - ٤٧٧
Amniotes, aortic arches in	الاقواس الأورطية أو الأبهرية في الرمليات ٤٧٧ - ٤٧٩
kidney in	الكلية في الرمليات ٢٨٣ - ٤٣٣
oviduct in	قناة البيض في الرمليات ٤٤٧ - ٤٥١
vertebrae in	ال فقرات في الرمليات ١٩٧ - ٢٠١
Visceral arches	الاقواس الحشوية ٢٥٤
musculature	عضلات حشوية ٢٩٩، ٣٢٢ - ٣٣٠
nerve fibers	ألياف عصبية حشوية ٥٥٨ ، ٥٦٠
nervous system	جهاز عصبي حشوي ٥٥٩ - ٥٦٤
ramus of spinal nerves	الأفرع الحشوية للأعصاب الشوكية
	٥٦١
of vagus nerve	الأفرع الحشوية للعصب الحائر ٥٧٥
sensory nerves	الأعصاب الحشوية الحسية ٥٥٩
skeleton,	الهيكال الحشوي ١٩٢، ٢٥٢ - ٢٥٨

Branchial arches	الأقواس الخيشومية
chamber, in bony fishes	الغرفة الخيشومية في الأسماك العظمية
muscles,	٢٧٤ المعضلات الخيشومية ٢٩٩ ،
nerves,	٢٢٩ - ٢٢٣ الأعصاب الخيشومية ٥٦٩ - ٥٧٥
Hemal arches	أقواس دموية ٢٠٠
Occidental arches of braincase	أقواس قفوية لحافظة المخ
bones	عظام قفوية (قذالية) ٢٦٦ ، ٢٨٢ ،
condyle	٢٨٥ لقمة قفوية ٢١٤ ، ٢٦٦ ، ٢٨٥
nerves	عصب قفوي ٥٧٦
region of braincase	منطقة قفوية لحافظة المخ ٢١٦ ، ٢١٤
Ectoderm	أكتودرم ١٢٦ - ١٤٤ ، ١٦١
Carnivora	أكلات اللحم ١٠٥ - ١٠٨ ، ٦٣٥
Spiny anteater,	أكل الثمل المشوك ٩٨ - ١٠٥
Insectivora,	أكلات الحشرات ١٠٢ - ١٠٤ ، ٦٣٤
Scrotal sacs,	أكياس الصفن ٤٤٤ شكل
Air sacs in birds	الأكياس الهوائية في الطيور ٢٤٠ - ٢٤١ ، ٢٨٢
Pain, reception of	ألم (استقبال الألم) ٥٠٩ - ٥١١
Palaeognathous birds	طيور قديمة الفك ٩٤ ، ٦٣٢
Palaeoniscoids	أسماك براقه بائدة ٧٠
Fibers of connective tissue	ألياف النسيج الضام ١٨٣
Sharpey's fibers	ألياف شاربيز ١٣١ شكل ٩١
Afferent nerve fibers	ألياف عصبية واردة ٥٥٥
Collagen fibers	ألياف غروية ١٨٣
Omasum	أم التلافيف - المعدة الثالثة للحيوانات المجترة ٤٠٢

Dura mater	الأم الجافية ٥٧٧
Pia mater,	الأم الحنون ٥٧٧
Anterior	أمامى ١٦٠ ١٥
cardinal veins	الأوردة الرئيسية الأمامية ٤٩١
chamber of eye	غرفة العين الأمامية ٥٢٤
choroid plexus	العضيرة الشبكية الأمامية ٥٩٧
coracoid bone	العظمة الترابية الأمامية ٢٢٨
veza cava	الوريد الأجوف الأمامى ٤٩٢
Embrithopoda	إمبريثوبدا ٦٣٦
Amphypoda	أمبليبودا - صليبة الأرجل ٦٣٦
Ampulla(e) of ductus deferens	أمبولة أو قارورة القناة الناقلة ٤٥٢
	٤٥٣
of internal ear	أمبولة الأذن الداخلية ٥٣٥
of testis	أمبولة الخصية ٤٤٤
Gametes	أمشاج - جاميطات ٤٣٥
Intestine,	أمعاء ٤٠٠ ، ٤٠٧ -
hormones of,	هرمونات الأمعاء ٦٢٣
in mammals,	الأمعاء في الثدييات ٤٠٦
spiral type,	النوع الحلزوني من الأمعاء ٤٠٤
Small intestine	الأمعاء الدقيقة ٤٠٦
hormones of	هرمونات الأمعاء الدقيقة ٦٢٤
Intestine, in teleosts	الأمعاء في الأسماك العظمية ٤٠٦ ، ٤٠٥
in tetrapods,-	في رباعيات القدم ٤٠٦
villi of,	خلاصات الأمعاء ٤٠٥
Salts (s) in cell environment	أملاح في الوسط المحيط بالخلية ١٢١
excretion through gills	إفراز الأملاح عن طريق الخياشيم
	٢٧٤
inorganic, in cells,	أملاح غير عضوية في الخلايا ١١٦

Amnion	الأمنيون - البلى - الرجل ١٤٣، ١٥٢
Spermatogonia,	أمهات المنى ٤٤٤
Amia	أمايا ٧٣، ٦٢٨
Seminiferous tubules of testis,	أنابيب منوية ٤٤٤
Anaspida,	أناسيدا ٦٢٦
Uterine tube,	أنبوبة رحمية ٤٤٨
Natural selection	الانتخاب الطبيعي ٢٠ - ٢٢
Antiarchs	انتياورك ٥٨، ٥٩، ٦٢٧
Endoderm	الاندودرم ١٣٦ - ١٤٤، ١٦١
Endostyle	الاندوستيل - قلم ٦١٦
in amphioxus	الاندوستيل في الهيم ٢٥، ٦١٣
Enzymes, in cell	الإنزيمات في الخلايا ١١٨
in gut	الإنزيمات في المعى ٣٩١ - ٣٩٣
in pancreas	الإنزيمات في البنكرياس ٤١٠
Pupil of eye,	إنسان العين - حذقة ٥١٩
Tissues	أنسجة ١٢٧ - ١٢٥
Blood forming tissues	الأنسجة المكونة للدم ٤٦٣ - ٤٦٩
Interrenal tissues	أنسجة بين كلوية ٦١٧، ٦١٩
Moulting	إسلاخ ١٧١
Insulin	إنسولين ٦١٧
Nose	أنف ٥١٣ - ٥١٧
Cleavage, in amphibia	الانقسام أو التفلج في البرمائيات ١٣٥
in amphioxus	في السيم ١٣٠ - ١٣٦
of egg	انقسام البيضة ١٣٠ - ١٣٧
Canine teeth	أنياب ٣٥٩ - ٣٦٢
Tubules of kidney	الأنبيبات الكلوية
Ductuli efferentes	الأنبيبات الموصلة ٤٥٢
deferens	قناة ناقة ٤٥٢
epididymis	قناة البربخ ٤٥٢

venous	قناة وريدية ٥٠٧ شكل ٣٣٢
Cilia	أهداب ، أطراف ، ١٢٥
Tendons (s)	أوتار ١٨٣ ، ٣٠١
spindles	أوتار مغزلية ٥١١
Veins	أوردة ١٢ ، ٤٧٠ ، ٤٧٤ ، ٤٨٦ — ٤٩٥ ، ٥٠٤ ، ٥٠٨
names of individual veins	أسماء الأوردة
of limb	أوردة الأطراف ٤٩٤
Cardinal veins,	أوردة رئيسية ٤٧٨ ، ٤٩١ — ٤٩٥ ٥٠٥ — ٥٠٨
anterior,	أمامية ٤٩٢ ، ٤٩٤
common	مشتركة ٤٩٢ ، ٤٩٤
posterior.	خلفية ٤٩٢ ، ٤٩٤ — ٤٩٥
Azygos veins	أوردة فردية ٤٩٤
Aorta, dorsal.	الأورطى الظهرى — الأبر الظهرى ٤٧٦ ، ٤٧٨ ، ٥٠٥
pulmonary arch or.	القوس الرئوى ٤٧٧ ، ٤٧٨ ، ٥٠٨
trunk	الجذع الأورطى ٤٧٧
systemic arch of	القوس الجهازى ٤٧٧
ventral	الأورطى البطنى — الأبر البطنى ٤٧٤ ، ٥٠٥
Ornithischia	أورنثيسكيا ٨٨ — ٢٩١
Ostariophysi hearing in	أوستاريوفيزاى ٥٣٩
Ostracoderms,	أوستراكودرما (مصفحات الجلد) ٥٤
gills in,	الخياشيم فى الأستراكودرما ٣٧٢ — ٣٧٥
Osteostraci,	أوستيوستراسى ٦٢٦

Osteolepis	أوستيوليس ٦٨
Lymphatic vessels	أوعية ليفية ١١، ٤٩٥ - ٤٩٦
Aistopoda	أيستوبودا ٦٣٥
Calcium metabolism	أيض الكالسيوم ٦١٥
Metabolism in cell	الأيض في الخلية ١١٦ - ١٢٠
Eosuchia	أيوسوخيا ٦٣١

— ب —

Pisiform,	البازلاني الشكل، الكمبري ٢٤٥٠
Balanoglossus	بالانوجلوسس ٣٢
Palaeoniscus	بالولنسكس ٧٠
Pepsin	ببسين ٤٥٠
Pterosauria	بتيروسوريا ٦٣١
Pterolepis	بتيروليس ٥٥
Bradyodonti	براديودونتي ٦٢٨
Taste buds	براعم الذوق ٥١١
Epididymis	برنج ٤٥٢
Isthmus of brain	برنج المخ ٥٨٨
Perca	بركا ٧٤، ٧٦، ٢٠٨
Amphibia	البرمائيات ٤٩، ٥١، ٧٨ - ٦٢٩، ٨٤
aortic arches in	الأقواس الأورطية في البرمائيات ٤٧٥ - ٤٧٨
body form in	شكل الجسم في البرمائيات ١٠١
cleavage and blastula formation in	الانقسام وتكوين البلاستولا في البرمائيات ١٣٥
ear in	الأذن في البرمائيات ٥٤٦ - ٥٤٨
gastrulation in	تكوين الجاسترولا في البرمائيات ١٤٢
operculum of ear in	غطاء الأذن في البرمائيات ٥٤٨

of gill chamber	غطاء غرفة الحياشيم في البرمائيات ٣٧٦
primitive skull in	الجمجمة البدائية في البرمائيات
vertebrae of	الفقرات في البرمائيات ٢٠٨
Anura	برمائيات لا ذيلية — لا ذيليات ٦٢٩ ، ٧٩
Neopallium	برنس جديد ٦٠١ ، ٦٠٥
Paleopallium, See also	برنس قديم
Olfactory lobes of hemispheres,	
Protoplasm	البروتوبلازم ١٢٠
Protosauria	بروتوروسوريا ٦٣٠
Proteins	بروتينات ١١٨
of blood	بروتينات الدم ٤٦٢
Progesterone	بروجيسترون ٤٤٠ ، ٦٢٣
Protosaurus	بروتوسورس ٨٩
Peritoneum	بريتون ١٤ ، ٢٣٣
Epidermis	بشرة ١٦٣ — ١٧٧
Olfactory bulbs	بصيلات شمعية ، صفائر شمعية ، ٥٩٨ ، ٥٩٤
lobes of hemispheres	بصيلات شمعية للنصف كريان ٥٩٨
nerve	عصب شمعي ٥٦٨ ، ٥٦٥ — ٥٧٠
Duckbill	البط المقاري ٩٨ — ١٠١ ، ٦٣١
dinosaurs	دينوسور ٩٠
Endocardium	بطانة القلب الداخلية ٥٠٢
Endothelium	بطانة داخلية ، طلائية داخلية ، ٤٦٩ ، ١٢٤
Abdomen	بطن — جوف ٨
Ventral	بطني ١٥
aorta	أورطي بطني ٤٧٤ ، ٥٠٥

column of spinal cord	العمودى البطنى للحبل الشوكى ٥٧٩
ribs	ضلع بطنية ٢١١
roots of spinal nerve	جذور بطنية للأعصاب الشوكية ٥٥٩ ٥٥٦
suicus of brain	لشق البطنى للدخ ٥٧٩
Ventricle (s) of brain	بطنيات المخ ٥٩٤
of heart	بطنيات القلب ٤٩٧ ٤٩٨ ٥
Clitoris	بظر ٥٩٩
Distal	بعيد ١٦
carpals	رسميات اليد البعيدة ٢٤٥
tarsals	رسميات القدم البعيدة ٢٥٠
Sea cows	بقر البحر ١١٢
squirts. See Tunicates	بزاقة الماء
Macula (e) of ear	بقع (فى الأذن) ٥٢٣
lagenar	بقعة القنينة ٥٣٥ ٥٤٣ ٥
neglecta	بقعة مهملة ٥٣٩
of sacculus	بقعة الكيس ٥٣٤
of utriculus	بقعة القربة ٥٣٤
Plasma	بلازما ٤٦٢
Blastocele	البلاستوسيل — التجويف الجرثومى
Plesiosaurs	بليوسورس ٦٣٠
\ paddle of	مجاديف البليوسورس ٢٤٩
Pharynx	بلعوم ٣٦٥ ، ٣٧٤ — ٣٧٦
glands	عدد بلعومية ٣٨٧ — ٣٩٠
Pelycosauria	بليكوزوريا ٩٧ ، ٦٣٢
Pancreas	بنكرياس ٤١٠
Atrium of heart	جو القاب ٤٩٧ ٤٩٨ ٥
of tunicates	فى التلايات ٢٨

Bothriolepis	بورثوليبيس ٥٨
Polypterus	بوليپتيرس ٧١ - ٧٣
lungs	رئات البوليپتيرس ٣٨٠
Environment of cells,	بيئة الخلايا ١٢٠ - ١٢٢
Egg (s), cleavage of	البيض ، الانقسام في البيض ١٣٠ - ١٣٧
follicle of	حويصلة البيض ٤٤٠
formation	تكوين البيض ٤٤٠ - ٤٤٤
transport of	نقل البيض ٤٤٥ - ٤٥١
types in vertebrates	أنواع البيض في الفقاريات ١٢٧ - ١٢٩
oligolecithal egg,	البيضة قليلة المح ١٢٧
Teleolecithal egg	بيضة كثيرة المح ١٣١
cleavage and blastula formation in	التفليج وتكوين البلاستولا ١٢٥ ١٢٨ -
Mesolecithal egg	بيضة وسطية المح ١٢٧
Interclavicle	بين الترقوى ٢٢٧
Intercentra	بين المراكز - بين الأوساط ١٩٩
Intersexes	بين شقيات ، بين الجنسية ، ٤٣٦

- ت -

Crown of tooth	تاج السن ٣٤٩
Tarsiodea	تارسويديا ٦٣٤
Invertebrate phylogeny	تاريخ نشأة اللاقاريات ٣٤ - ٤١
Ontogeny See also Embryology	تاريخ نمو الفرد ١٥٨ - ١٦١
Tyrannosaurus	تايرانوسورس ٨٩
Body cavities	تجاويف الجسم ٢٣٣ - ٣٤١
form, development of	شكل وتكوين تجاويف الجسم ١٥١ - ١٥٧

planes and directions	مستويات واتجاهات تجاوزف الجسم ١٥، ١٧
regional differentiation of	التمييز المنطقي في تجاوزف الجسم ٨
Pleural cavities	تجاوزف بلورية ١٢، ٣٣٩، ٣٧٦
Regeneration	تجدد ١٥٦
Pulp cavity of tooth	تجويف اللب في السن ٣٤٩
Abdominal cavity	تجويف بطني ١٢، ٣٣٧ - ٣٤٠
veins	أوردة بطنية ٤٩٤
Pericardial cavity	تجويف قاموري ١٢، ٣٣٥ - ٣٣٨
Hypolastra,	تحت الذيل - أسفل الذيل ٢٢٠
Subunguis	تحت الظفر ١٦٥
Hypolastra	تحت القصمة ١٩٧
Subungulates	تحت حافريات ١١١ - ١١٤
Hypobranchial (s)	تحت خيشنوى ٢٥٦
muscle	عضلة تحت خيشومية ٣٠٩
Trophoblast	تروفوبلاست - النلاف الأكال ١٢٨، ١٥٢
Clavicle	ترقوة ٢٢٧
Wishbone	رقوة الطيور ٢٢٧
Testosterone	تستوسترون ٦٢٢
Nomenclature, anatomical	تسمية (علم التشريح) ٢١ - ٢٣
Dentition	تسنين
Synapse	تشابك، اشتباك، ٥٥٣
Homology	تشابه تركيبى - تماثل ١٧ - ٢٠
Decussation of optic nerve,	تصالب أو تقاطع العصب البصرى ٥٢٨ - ٥٣١
Optic chiasma	تصالب بصرى ٥٢٨، ٥٩٦
cup	كأس بصرية ٥٢٠

foramen	ثقب بصرى ٥٦٥
lobes of midbrain	فصوص بصرية فى المخ الوسطى ٥٨٩
nerve	عصب بصرى ٥٦٥، ٥٧٠، ٥٧٣
vesicle	حويطة بصرية ٥٢٠
Classification of vertebrates	تصنيف الفقاريات ٤٨ - ٥١
Evolution	تطور ١٩ - ٢٢
Metamorphosis	تطور ١٥٥
Metanephros	كلية خلفية ٤٢٣ - ٤٢٥
Metapodials	مغطى القدم أو اليد ورسغ
Ossification	تعظم ١٨٧
Metamerism	التعجيل ١٣
Segmentation	تعتيل أو تفلج أو انقسام ١٣
cavity	تجويف الانقسام ١٣٥
Amphistylic jaw suspension	تعلق فكي ثنائى ٢٥٦
Autostylic jaw suspension	تعلق فكي ذاتى ٢٥٦
Hyoostylic jaw suspension	تعلق فكي لائى ٢٥٦
Color change	تغير اللون ١٧٨
of hair	فى الشعر ١٧٣
vision	فى الإبصار ٥٢٧
Holoblastic cleavage	تفلج كامل ١٤٦
Analogy	تقابل وظئى وتشابه وظئى ١٩
Blastula formation	تكوين البلاستولا ١٣٠ - ١٣٨
potential fate of regions of	أماكن القدرات فى البلاستولا
Oogenesis	تكوين البويضات ٤٣٨
Gastrulation	تكوين الجاسترولا - التبطن ١٣٦ - ١٤٤
Development ,embryologic	التكوين الجنينى

Spermatogenesis	تكوين الحيوانات المنوية ٤٤٤
Cephalization	تكوين الرأس ٨
Mesoderm, development of	تكوين الميزودرم ١٣٨ ، ١٤٠ ، ١٤٢ - ١٥٠
formation of various animal, groups	تكوين الميزودرم في مجاميع الحيوانات المختلفة ٣٧، ٣٩
Oviparous development	التكوين في الحيوانات البيوضة ٤٤٥
Ovoviparous development	التكوين في الحيوانات البيوضة الولودة ٤٤٥
Viviparous development	التكوين في الحيوانات الولودة ٤٤٤ ، ٤٤٧
Adaptation	تكيف ١٨ - ٢٢
Accommodation of eye	تكيف العين ٥٢٢ - ٥٢٤
Gyri of brain hemispheres	تلافيف نصف كرة المخ ٦٠٣
Crocodylia	تمساحيات ٩٢ ، ٦٣١
Regional differentiation of body	تمييز مناطق الجسم ٨
Paedogenesis	تناسل الصغار ٢٨
Temperature regulation	تنظيم الحرارة ١٧٨
Labyrinth membranous, of ear	التيبة الغشائية للأذن ٥٢٣
Membranous Labyrinth of ear	التيبة الغشائية للأذن ٥٢٣
Tubulidentata	تيريليدنتاتا ٦٤٠

ث -

Innervation, constancy of	ثبات الإمداد العصبي ٢٠١ ، ٥٤٤ - ٥٤٦
Theria	ثدييات ٦٢٣

Mammals	الثدييات ٩٧ - ١١٤ ، ٦٣٢ - ٦٤١
age of	عمر الثدييات ٤٦ ، ٤٩
blood vessels of	الأوعية الدموية في الثدييات ٤٦١
braincase in	حافظة المخ في الثدييات ٢٨٤ - ٢٩٢
foramina of	مقرب حافظة المخ ٢٨٨ - ٢٩٢
celom in	السلوم في الثدييات ٣٢٨ - ٣٤١
cerebral hemispheres of	النصف كرويان المخيان في الثدييات ٥٩٩
cleavage and blastula formation in	التفج وتكوين البلاستولا في الثدييات ١٣٧
cloaca in	المجمع في الثدييات ٤٥٣ - ٤٥٩
dentition of	التسنين في الثدييات ٣٥٧ - ٣٦٥
external ear	الأذن الخارجية في الثدييات ٥٤١ - ٥٤٣
gastrulation in	تكوين الجاسترولا (أو التبطين) في الثدييات ١٤٣
intestine in	الأمعاء في الثدييات ٤٠٦
kidney of	الكلى في الثدييات ٤٢٠ - ٤٢٥ ، ٤٢٦ - ٤٢٣
lung in	الرئة في الثدييات ٤١٥
middle ear	الأذن الوسطى في الثدييات ٥٣٩ - ٥٤٣
placental	الثدييات المشيمية ١٠١ - ١١٥
Monotremes. See Prototheria	الثدييات الأولية - وحيدة المخرج
Prototheria	ثدييات أولية ٩٨ - ١٠٠ ، ٦٣٣
Eutheria	ثدييات حقيقية ١٠١ ، ٦٣٣
Placental mammals	ثدييات مشيمية ١٠١ - ١١٥
Omentum, greater	الترب الأكبر ٣٧٧

lesser	الثرب الأصغر ٣٣٧
Snake	الثعابين ٨٥ - ٨٩
pit organ of,	أعضاء حفزية في الثعابين ٥١٢
Stylomastoid foramen	الثقب الإبري الحلي ٢٩٠
Foramen, magnum,	الثقب الأعظم الكبير ٢١٤
ovale	ثقب يضاوي ٢٩١
rotundum	ثقب مستدير ٢٩١
Infraorbital foramen	ثقب تحت حجاجي ٢٩١
Epiploic foramen	ثقب ثربي ٣٣٨
Blastopore	الثقب الجرثومي ١٣٨
dorsal lip of	الشفة الظهرية للثقب الجرثومي ١٣٩
Hypoglossal foramen	ثقب تحت لساني ٢٩١
nerve	عصب تحت لساني ٣٠٩ ، ٥٦٥ ، ٥٧٣ ، ٥٧٤
Neutopore	ثقب عصبي ١٤٤
Incisive foramen	ثقب مستطيل « مستدير » ٢٩١
Jugular foramen	ثقب وجمي ٢٩١
veins	أوردة وجمية ٤٩١
Foramina	ثقوب
in braincase	ثقوب في حافظة المخ ٢١٤
of ammalian braincase	ثقوب في حافظة مخ الثدييات ٢٨٨ - ٢٩١
Lacerte foramina	ثقوب السحالي أو السطابا ٢٩١ ، ٢٩٢
Adenosine triphosphate	ثلاثي فوسفات الأدينوسين ١١٨
Palatal folds	ثنيات خشكية ٣٤٦
Cephalic flexure	ثنية الرأس ٥٨٨

- ج -

Lateral,	جانبى ١٦
head vein,	وريد رأسى جانبى ٤٩١
Ganoine	جانوين « براقين » ١٩٤
Frontal, in primitive amphibian skull	جبهى، فى جمجمة البرمائيات البدائية ٢٦٣
section or plane	قطاع أمامى أو مستوى أمامى ١٥
Trunk,	جذع ١٥، ١٤، ٨
musculature	عضلات الجذع ٢٠٠ - ٢٠٩
epaxial	عضلات الجذع الفوق محورية ٢٠٢
in fishes	عضلات الجذع فى الأسماك. ٣٠ - ٢٠٧
hypaxial	عضلات الجذع اثنت تحت محورية ٢٠٤ - ٢٠٧
of neck,	عضلات الرقبة ٢٠٧ - ٢٠٩
of shoulder region	عضلات منطقة الكتف ٢٠٧ - ٢٠٩
Roots of spinal nerve	جذور الأعصاب الشوكية ٥٥٦ ، ٥٥٩
of teeth,	جذور الأسنان ٣٤٩
Graptolites	جراپتوليتس ٣٤
Hagfishes	الجريشات ٥١ - ٥٣ ، ٦٢٧
Presternum	الجزء الأمامى من القص ٢١٣
Pancreatic islands	جزر بنكرياسية ٦١٥ - ٦١٧
Islets of Langerhans,	جزر لانجهارمانز ٦١٧
Langerhans, islets of	جزر لانجهارمانز ٦١٧
Vitreous humor of eye	الجسم (الخلط) الزجاجى العين ٥٢٤

Adenohypophysis	الجسم السفلي الغدي ٦٠٨ - ٦١٥
Centrum of vertebra	جسم الفقرة ١٩٩ ، ٢٠٠ - ٢٠٤
Corpora cavernosa penis, quadrigemina	الجسم السكتي للقضيب ٤٥٨ جسم توأى رباعى
Ciliary body of eye	الجسم الهدبى العين ٥١٩
Hypophysis, See Pituitary gland	جسم سفلى
Corpus cavernosum urethrae	جسم متسكف لجرى البول ٤٥٩
of hoid,	جسم لآى د جهاز لآى ٢٥٨
luteum	جسم أصفر ٤٤٠ ، ٦٢٣
striatum	جسم مخطط ٥٩٩ ، ٦٠٠ ، ٦٠٤
Eyelids	جفون العين ٥٣٠
Skin,	الجلد ١٦٣ ، ١٧٩ ، ١٩٣
color in lower vertebrates,	لون الجلد فى الفقاريات الدنيا ١٧٦-١٧٧
connective tissue	نسيج الجلد الضام ١٧٦
fatty tissue	نسيج الجلد الدهنى ١٧٦
functions of,	وظائف الجلد ١٦٣
glands of,	تمدد الجلد ١٧٣ - ١٧٦
layers of	طبقات الجلد ١٦٣ - ١٦٤
muscles of	عضلات الجلد ٣٢٩ - ٣٣٢
temperature regulation in	تنظيم الحرارة فى الجلد ١٧٩
Echinoderms	الجلد شوكيات ٣٥ ، ٣٩
Glycerin	جلسرين ١١٧
Petromyzon., See also	جلسكى ٥٢
Laprey(s)	جلسكى ٥٢٠ ، ٥٤ - ٦٢٧
• Laprey (s.)	مرى الجلسكى ٣٩٤ - ٣٩٦
• esophagus of,	يرقة الجلسكى ٥٣
larva of	

spinal nerves of	الأعصاب الشوكية للجلكى ٥٥٩
vertebrae of,	فقرات الجلكى ٢٠١
Petromyzontia,	جلكيات ٦٢٧
Globulins of blood	جلوبيولين الدم ٤٦٢
Glycogen	جليكوجين ١١٧
Glucose	جلوكوز ١١٧
Skull,	جمجمة ٢٥٩ - ٢٩١
in bony fishes,	الجمجمة في الأسماك العظمية ٢٦٥ - ٢٧٣
braincase in lower tetrapods	الجمجمة في الأربع قدميات الدنيا ٢٨٣
in mammals,	الجمجمة في الثدييات ٢٨٤ - ٢٩٢
components,	مكونات الجمجمة ٢٥٩ - ٢٦٣
condyle of,	القمة الجمجمة ٢٠٨، ٢١٤، ٢٦٥
	٢٨٤
dermal roof,	سقف الجمجمة الأدنى ٢٩٠ - ٢٧٩، ٢٦٥
palatal complex in bony fishes	الحنك المعتمد في الأسماك العظمية ٢٦٦
in primitive amphibians,	الحنك في البرمائيات البدائية ٢٦٤
in tetrapods,	الحنك في الأربع قدميات ٢٧٩-٢٨٣
in primitive amphibians,	الجمجمة في البرمائيات البدائية ٢٦٢
	٢٦٦ -
roof in bony fishes,	سقف الجمجمة في الأسماك العظمية ٢٦٥ - ٢٦٠
in primitive amphibians	سقف الجمجمة في البرمائيات البدائية ٢٦٥ - ٢٦٠
in tetrapods,	الجمجمة في الأربع قدميات ٢٧١ - ٢٨١

temporal fenestrae,	الفتحة الصدغية في الجمجمة ٢٧٢
Diapsid skull type	جمجمة ثنائية النقر ٢٧٦، ٨٧
Anapsid skull type	الجمجمة عديمة النقر - لا تقرية ٢٧٦
Parapsid skull type	جمجمة علوية الحفرة ٢٧٦
Cranial	جمجمى - عنى ، القرنوى ١٦٠
nerves	أعصاب مخية ٥٦٤ - ٥٧٨
branchial,	خيضومية ٥٦٩ - ٥٧٥
compounds of	مكونات الأعصاب المخية ٥٦٩-٥٦٤
somatic motor	أعصاب محرك جسمية ٥٧٨-٥٧٥
special sensory,	أعصاب مخية حسية خاصة ٥٦٨ - ٥٦٩
Glomerulus of kidney tubule	جمع قية الكلية ٤١٣
Archipterygium	جناح قديم ، الوضفة القديمة ، ٢٣٤
Pterobranchial	جناحى أذن ، ٢٤ ، ٦٢٥
Ectopterygoid	جناحى خارجى ٢٦٥ : ٢٨٠
Pleurocentra	جنب الفقارة ٢٠٤ ، ٢٠٥
Paroophoron	جنبة المبيض ٤٤٩
Excretory system	الجهاز الإخراجى ٤١٢ - ٤٣٥
ducts of	قنوات الجهاز الإخراجى ٤٣٠ - ٤٣٣
organisation	ترتيب الجهاز الإخراجى ٤١٨ - ٤٢٣
Sinoventricular system of heart	الجهاز الاذينى بطنى للقلب ٤٩٧
Urinary system. See Excretory system.	الجهاز البولى
Circulatory system	الجهاز الدورى ١١ ، ٤٦١ - ٥٠٨
" arterial	الجهاز الدورى الشريانى ٤٧٤-٤٨٦
" embryonic	الجهاز الدورى الجنينى ٥٠٤-٥٠٨

functions	وظائف الجهاز الدورى ٤٦١ -
	٤٦٣
lymphatic	الجهاز الدورى الليمفى ٤٩٤ - ٤٩٨
portal	الجهاز الدورى البابى ٦٧٣
Circulatory system, venous	الجهاز الدورى الوريدى ٤٨٦ -
	٤٩٥
vessels	أوعية الجهاز الدورى ٤٦٩ - ٤٧٤
Muscular system	الجهاز العضلى ٢٩٤ - ٣٣٢
fiber function,	وظيفة الألياف العضلية ٢٩٤ - ٢٩٨
homologies,	متشابه التركيب ٣٠١
terminology	تسمية الجهاز العضلى ٢٩٩ - ٣٠٢
tissues	أنسجة الجهاز العضلى ٢٩٥ - ٣٠٥
Portal system	جهاز بابى ٦٧٢
hepatic. See Hepatic portal system,	جهاز كبدى بابى
renal. See Renal portal system	جهاز بولى بابى
Autonomic nervous system	جهاز عصبى ذاتى ٥٦٠ - ٥٦٥
in higher vertebrates	في الفقاريات العليا ٥٦٠ - ٥٦٣
in sharks	في القروش ٥٦٤
Thoracolumbar autonomic system. See Nervous system, sympathetic.	جهاز عصبى سيمبتاوى صدرى قطنى
	جهاز سيمبتاوى
Peripheral nervous system	جهاز عصبى طرفى ٥٤٩، ٥٥٦، ٥٧٨
Hyoid apparatus,	جهاز لامي ٢٥٨
arch,	قوس لامية ٢٥٦
musculature of,	عضلات الجهاز اللامى ٣٢٦
Craniosacral autonomic system	جهاز مخى عجزى ذاتى
Parasympathetic nervous system,	جهاز نظير السيمبتاوى ٥٦١، ٥٦٣

Guanine	جوانين ٥٢٢
Coelentrates	جوفعويات ٣٤ - ٣٧
Hypophyseal pouch,	جيب الجسم السفلى ٥٨٨ ، ٣٤٤ ، ٦١٥ - ٦٠٨
Urogenital sinus	جيب بولى تناسلى ٤٥٦
system, vestibule of,	جهاز بولى تناسلى - دهليز الجهاز البولى ، التناسلى
Rathke's pouch,	جيب رائك ٣٤٤ ، ٥٨٨ ، ٦٠٨
Sinus in venous system,	جيب فى الجهاز الوريدى ٤٥٤
node of heart,	عقدة جيبية للقلب ٤٩٨
pneumatici	جيب هوائى ٥١٦
venous of heart,	جيب وريدى ٤٩٧ ، ٤٩٨
Sinusoids	جيبية ٤٧٠
Genes	جينات ١٨
Pouches, cheek	جيوب - خد ٣٤٦

- ح -

Septum, gill	حاجز خيشوم ٣٦٨
horizontal	حاجز أفقى ٣٠٢
transverse muscles	حاجز عرضى ٣٣٥ ، ٣٤١
Septomaxilla	حاجز فكى ٢١٣
Hoof	حافر ١٦٦ ، ١٦٧
Ungulates	الحافريات ١٠٧ ، ١١١
Artiodactyla	حافريات زوجية الأصابع ١٠٨ - ١١٢ ، ٦٣٧
Braincase	حافظة المخ ٢١٣ - ٢٢٠ ، ٣٦٤ - ٣٦٧

basal articulation	الاتصال المفصلي القاعى ٢١٤ -
	٢٦٦، ٢١٧
in bony fishes	حافطة المنخ في الاسماك العظمية
	٢٦٨ - ٢٦٦
of chimaeras	حافطة منخ الكيميرا ٢٢٠
foramina of, in mammals	فتحات حافطة المنخ في الثدييات
	٢٨٨ - ٢٩١
in lower tetrapods	حافطة المنخ في رباعيات القدم الدنيا
	٢٨٥ - ٢٨٢
in mammals	حافطة المنخ في الثدييات ٢٨٤ - ٢٩١
occipital arches	الاقواس المؤخرية ٢١٦
in primitive amphibians	في البرمائيات البدائية ٢٨٤ - ٢٨٧
of sharks	في القروش ٢١٣ - ٢١٧
Ureter	حالب ٤٢٣ - ٤٣٣
RNA	حامض ريبونوكليك (ر.ن.ا.)
	١١٨
Metapterygium	حامل أشعة خلفى ٢٣٤
Melanophores	حامل الميلانين ١٧٧
Lipophores	حاملات الدهن ١٧٦
Photophores	حاملات الضوء ١٧٤
Spinal cord	حبل شوكى ٥٧٩، ١٠ - ٥٨٣
See also Nervecord	حبل عصبى ١٠
nerves	أعصاب شوكية ٥٥٦ - ٥٦٤
plexuses	: ضفيرة شوكية ٥٥٨
rami of	أفرع شوكية ٥٥٦
roots of	جذور شوكية ٥٥٦ - ٥٦٠
Notochord	حبل ظهري ١٨١، ١٤٧، ٩ - ١٨٢

in acorn worms	الحبل الظهري في ديدان البلوط ٢٣
in Amphioxus	الحبل الظهري في السيم ٢٥
in tunicates	الحبل الظهري في الغلايات ٣١
Chordata	الحبلات ٢٤، ٩
lower forms of	الاشكال البدئية في الحبلات ٣٤، ٢٤
Cephalochordata	حبلات رأسية أو رأس حبلات ٦٢٦، ٢٤
Diaphragm	حجاب حاجز ٣٤١
musculature of	عضلات الحجاب الحاجز ٣٤١
Orbit	حجاج العين ٢٦٥
Tuberosities of humerus	حديبات المصند ٢٤٢
Scales bony	حراشيف أو قشور عظمية ١٦٦ ، ١٩٧ ، ١٩٣ ، ١٧٧
cosmoid	حراشيف شعاعية دكوزمية ، ١٩٣
ganoid	حراشيف براقه ، البراقين ، ١٩٤
horny	حراشيف قرنية ١٦٥
placoid	حراشيف قرصية ١٩٥
Squamata	حرفنيات ٨٧ ، ٦٣١
Ilium	حرقب — العظم الحرقفي ٢٣٥
Peristalsis	حركة دودية ٣٩١
Locomotion in fishes	الحركة في الأسماك ٢١٧ ، ٢٢٢ — ٢٢٥
See also Appendages, Fins, and Limbs	أنظر أيضاً الأطراف والزعانف
in tetrapods	الحركة في الأربع قدميات ٢٤١
Cingulum	حزام — نطاق — خصر ٤٦٩
Girdle, pectoral, See shoulder girdle	حزام صدري

pelvic, See Pelvic girdle	حزام حوضي
Shoulder girdle	حزام كتفي ٢٢٤ - ٢٢٩
dermal elements of	عناصر أديمية في الحزام الكتفي ٢٢٦ - ٢٢٨
endoskeletal elements of	عناصر الهيكل الداخلي للحزام الكتفي ٢٢٧
region, trunk muscles of	منطقة الحزام الكتفي - عضلات الجلد ٣٠٥
Atrioventricular bundle	حزمة أذينية بطينية ٤٩٨
node	عقدة أذينية بطينية ٤٩٨
Neuromasts	حسني جانبي - ثليات عصبية ٥٣١
Dipterus	حشرة مزدوجة الأجنحة ٦٩
Glans penis	حشفة القضيب ٤٥٨
Hippocampus	حصان البحر ٦٠١، ٥٩٩
Otolith	حصاة الأذن - حصاة سمعية ٥٣٥
Glenoid fossa of shoulder girdle	حفرة روجاء في الحزام الكتفي ٢٢٧
Acetabulum	حق ٢٣٠
Paleozoic era	حقب الحياة القديمة ٤٦، ٤٨
Mesozoic era	حقب الحياة الوسطى (ميسوزوي) ٤٦ - ٤٩
Quaternary period	الحقب الرباعي ٤٦ - ٤٧
Quill	قلم الريشة ١٦٨
Silurian period	الحقب السيلوري ٤٦ - ٤٧، ٤٨
Scleral ring	حلقة صلبة ٥٢١
Papilla amphibiorum	حلبة برمائية ٥٤٨
basilar	حلبة قاعدية ٥٤٣، ٥٤٤، ٥٤٥ ٥٤٨

dermal of hair	حلبة أدمية للشعرة ١٧٢
Larynx	حنجرة ٢٨٧ ، ٣٧٩
skeleton of	هيكل الحنجرة ٢٥٨
Palate	حنك ٣٤٦
in bony fishes	الحنك في الأسماك العظمية ، ٢٦٠ ، ٢٦٥
in primitive amphibians	الحنك في البرمائيات البدائية ٢٦٥
secondary	الحنك الثانوي ٢٨٢
in tetrapods	الحنك في الأربع قدميات ٢٨٥-٢٧٩
Pelvic, obturator fenestra of	حوض - الثبات المسدودة في الحوض ٢٢٣
renal	حوض كلى ٤٢٩
sympysis of	ارتفاق حوضي ٢٢٩
thyroid fenestra	كورة درقية ٢٣١
Perilymphatic cistern, duct and sac	حوض حول لمبي - قناة - كيس ٥٤٣
Periotic	حول أذن ٢٨٦
Alveoli of lung	حوصلات الرئة ٢٨٤
Follicle of egg	حوصلة البيض ٤٤٠
of feather	جراب الشعرة ١٦٨
of thyroid	حوصلة الغدة الدرقية ٦١٥
Crop, of birds	حوصلة الطيور ٢٩٧
Capsule, Bowman's,	حوصلة بومان ٤١٦
of kidney tubules	في أنبيبات الكلية ٤١٣
Optic capsule	حوصلة سمعية ٢١٤
notch	ثغرة سمعية ، ثلثة سمعية ، ٢٦٣
Seminal vesicles, See Vesicular glands	حوصلة منوية

Rodentia	الحيوانات القارضة ١١٤ ، ٦٤١
Spermatozoa	الحيوانات للتوية ٤٤٤
Anapsida	الحيوانات عديمة التقر - عديمة الحفر ٦٢٠
Fixtion ridges	خيوط الاحتكاك ١٦٥
Cheek	خد ٣٤٦
pouches	جيوب خديه ٣٤٦
teeth	أسنان الحد - خروس ٣٦١-٣٥٩
Lagomorpha	الحزبات والارنبيات ١١٤ ، ٦٤١
Proboscis of acron worm	خرطوم دودة البلوط ٣٢
Proboscidea	الخرطوميات ١١٠ - ١١٤ ، ٦٣٩
Testis	خصى ١١ - ٤٤٣ ، ٤٤٥ - ٤٥٠ ، ٤٥٣
descent of	زول الخصية ٤٤٥
Milk line	خط اللبن ١٧٦
Primitive streak	خط بدائي ١٤٢
Pads, foot	الحف (خف القدم) ١٦٤ - ١٦٦
Chiroptera	الخفاشيات ١٠٢ ، ٦٣٤
bats	خفافيش ١٠٢ ، ٦٣٤
Osteoclasts	الخلايا آكلة العظام - ناقضات العظم ١٨٧
Thrombocytes	خلايا التخثر - ثرومبوسيتس ٤٦٥
Guanophores	الخلايا الحاملة للجوانين ١٧٧
Ganglion cell of retina	خلايا الشبكية العتدية ٥٢٦
Bipolar cells of retina	خلايا الشبكية ذات القطبين ٥٢٧
Hemocytoblast	الخلايا المسكونة للدم ٤٦٧
Acidophilic granulocytes	خلايا أوكريات عنية عجة الحمض ٤٦٤

Squamous cells	خلايا حرشفية ١٢٣
Sensory cells	خلايا حسية ٥٠٩
nerves ,somatic	أعصاب حسية جسدية ٥٥٩
visceral	أعصاب حسية حشوية ٥٦٠
neurons	خلايا حسية عصبية ٥٥٥
Sertoli cells	خلايا سرتولى ٤٤٤
Reticular cells of thymus gland	خلايا شبكية للغدة التيموسية ٣٨٨
system of brain	جهاز الخلايا الشبكية في المخ ٥٨٤
Goblet cells	خلايا كأسية ١٢٦
Lymphocytes	خلايا اللمفية ٤٦٣ ، ٤٩٥
in thymus	خلايا اللمفية في الغدة التيموسية ٣٨٨
Aqueous humor of eye	الخلط أو السائل المائي للعين ٥٢٤
Association neurorite	خلايا عصبية موصلة ٥٥٥
Rod cells of retina	خلايا عصوية في الشبكية ٥٢٧
Neutrophilic granulocytes	خلايا حبيبية حبة للأصباغ المتعادلة ٤٦٤
Cone (s) cells of retina	خلايا مخروطية في الشبكية ٥٢٦
of mammalian teeth	مخاريط في أسنان الثدييات ٣٦٠-٣٦٥
Basophilic granulocytes	خلايا مسنة متعددة ٤٦٥
Spindle cells	خلايا مغزلية ٤٦٥
Posterior .	خلفي ، ظهري ١٥٠ ، ١٦٠
cardinal veins	أوردة رئيسية خلفية ٤٩٢ ، ٤٩٣
chamber of eye	غرفة الخلفية للعين ٥٢٤
vena cava	وريد أجوف خلفي ٤٩٤
Cell (s)	خلية (خلايا) ١١٦ - ١٢١
• bipolar ,of retina	خلية ذات قطبين في الشبكية ٥٢٧
• blood	خلية دموية ٢١ ، ٤٦٢ - ٤٦٥
chemistry of	كيمياء الخلية ١١٦ - ١٢١

columnar	خلية عمودية ١٢٣
cuboidal	خلية مكعبة ١٢٣
environment of	بيئة الخلية ١٢٠ - ١٢٢
enzymes in	أنزيمات في الخلية ١١٨
ganglion, of retina	خلية عصبية في الشبكية ٥٢٧
germ, region of	خلية جرثومية، مناطق في ٤٢٨-٤٤٠
goblet	خلية كأسية ١٢٦
metabolism	غشاء الخلية ١١٨ - ١٢١
metacolonism	أيض الخلية ١١٦ - ١٢١
mucous	خلية مخاطية ١٢٥، ١٧٣
nucleus	نواة الخلية ١٢٠
olfactory	خلية شمية ٥١٣
organic compounds in	مكونات عضوية في الخلية ١١٦ - ١٢٠
protoplasm of	بروتوبلازم الخلية ١٢٠
of retina	خلية المشيمية ٥٢٧
Sertoli	خلايا سيرتولي ٤٤٤
spindle	خلية مغزلية ٤٦٥
squamous	خلية حرشفية ١٢٣
structure of	تركيب الخلية ١١٨ - ١٢١
Neuron (s), Association	خلية عصبية ٥٥٥
motor	خلية عصبية حركية ٥٥٥
postganglionic	خلية عصبية بعد عقدية ٥٦١
preganglionic	خلية عصبية قبل عقدية ٥٦١
sensory	خلية عصبية حسية ٥٥٥
structure of	تركيب الخلية العصبية ٥٤٩ - ٥٥١
Motor neurons	خلية عصبية حركية ٥٥٥
Osteocytes	خلية عظمية ١٨٧

Iridocytes	خلية قزحية ١٧٨
Megakaryocytes	الخلية كبيرة النواة ٤٦٦
Fibroblasts	خلية ليفية ١٨٢
Chromatophores	خلية ملونة — خلية حاملة للون ١٧٩ - ١٧٦
Villi of intestine	خملات الأمعاء ٤٠٥
Gill (s)	خياشيم ٣٦٤، ٩، ٣٧٦ -
in acorn worms	الخياشيم في ديدان البلوط ٣٢
in amphioxus	الخياشيم في السهم ٢٥ - ٢٧
arches	أقواس خيشومية ٣٦٥ - ٣٦٩
copulae of	وصلات خيشومية ٢٥٦
bars, See gill skeleton	عوارض خيشومية
blood circulation in	الدورة الدموية في الخياشيم ٤٧٤ - ٤٧٦
in bony fishes	الخياشيم في الأسماك العظمية ٣٧٤ - ٣٧٦
development	تكوين الخياشيم ٣٦٨ - ٣٧٢
external	الخياشيم الخارجية ٣٧٠ - ٣٧٦
fate in tetrapods	مآل الخياشيم في الأربع قدميات ٣٧٦
glandular derivatives	مشتقات الخياشيم الغدية ٣٨٧-٣٩٠
in jawless fishes	الخياشيم في الأسماك اللاسكية ٣٧٠ - ٣٧٥
lamellae	صفائح الخياشيم ٣٦٨
in ostracoderms	الخياشيم في الاستراكوندروم (مصنفات الجلد) ٥٤ ، ٣٧٢ - ٣٧٥
rakers	أسنان خيشومية ٢٥٣ ، ٣٦٨

rays	أشعة خيشومية ٢٥٢ ، ٣٦٨
region, somatic muscles of	عضلات جسمية في المنطقة الخيشومية ٢٠٥ - ٢٠٩
vesceral arches of	الأقواس الخيشومية في منطقة الخياشيم ٢٢٢ - ٢٢٨
septum	فاصل خيشوى ٣٦٨
in sharks	الخياشيم في القروش ٣٦٥ - ٣٧٢
skeleton	الهيكال الخيشوى ٢٥٢ - ٢٥٦
derivatives of	مشتقات الهيكال الخيشوى ٢٧٤ - ٢٧٧
muscles of	عضلات الهيكال الخيشوى ٣٢٢ - ٢٢٧
slits	شقوق خيشومية ٢٦٦
in tunicates	الخياشيم في الغلايات ٢٨
Pseudobranch	خيشوم كاذب ٣٦٨
Holobranch	خيشوم كامل ٣٦٨
Pharyngobranchial	خيشوى بالعمى ٢٥٦
physis	الخيوط الجوعى ٥٩٧
Funiculi of spinal cord	خيوط الحبل الشوكى ٥٨٠
Achinotrichia	خيوط شعاعية ١٩٦
Ceratotrichia	خيوط قرنية ١٩٦

— د —

Cyclostomes	دائريات الفم ٥١ - ٥٤ ، ٦٢٧
brain case of	حافظة المخ في دائريات الفم ٢١٧
gills in	الخياشيم في دائريات الفم ٣٩٠ - ٣٩٢
mouth in	الفم في دائريات الفم ٢٤٤ - ٢٤٦
nose in	الأنف في دائريات الفم ٢٤٤ - ٢٦٦

« teeth » of	الاسنان في دائريات الفم ٣٤٧
Armor	درع ١٧٧، ١٩٣ - ١٩٨
Dermal armor	درع أديمي ١٧٧، ١٩٣ - ١٩٨
bone	عظم أديمي ١٨٧
Entoplastron	درع داخلي ١٩٧
Plastron of turtle	الدرقة البطنية (في السلحفاة) ١٩٨
Sutures	دروز ١٩١
Tuberculum of rib	دبنة الضلع ٢١٢
Gubernaculum	دقة خصوبة ٤٤٥
Blood	الدم ٤٦٢ - ٤٦٩
albumin of	زلال الدم ٤٦٢
cells	خلايا الدم ٤٦٢ - ٤٦٥
circuits	دورات الدم ٥٠٢ - ٥٠٥
globulins	جلوبولين الدم ٤٦٢
islands	جزر دموية ٤٦٧
plasma	بلازما الدم ٤٦٢
platelets	صفائح دموية صغيرة ٤٦٥
proteins	بروتينات الدم ٤٦٢
serum	مصل الدم ٤٦٢
vessels	أوعية دموية
of amphioxus	في السونم ٤٧٥
of mammals	في الثدييات ٤٧٩
of sharks	في القروش ٤٧٩
tunics of	طبقات الأوعية ٦٧٣
of urodeles	البرمائيات الذيلية ٤٧٩
valves in	الصمامات في ٤٧٤
Vestibule of ear,	دملير الأذن ٥٤٢
of nose in reptiles	دملير الأنف في الزواحف ٥١٦

of urinogenital system	دهان الجهاز البولي التناسلي ٤٥٦
Fats	دهون ١١٧
Lipids	دهون ١١٧
Wormse. acorn. See Acorn worms.	ديدان البلوط
annelid	ديدان حلقة ٣٦ - ٣٨
Acorn worms	ديدان البلوط ٣١ - ٣٥، ٦٢٦
larvae of	يرقات ديدان البلوط ٣٩
Annelid worms	ديدان حلقة ٣٦ - ٣٨
Dentine	دنتين ٣٤٩
Diplodocus	ديلودوركس ٨٩
Dinocerata	دينوسيراتا ٦٢٦
Dinosaurs	دينوصورات ٨٨ - ٩٢، ٦٣١
Dinichthys	دينيكثيس (شكل ٢٠ ب) ٥٨
Dugong	ديوجونج (عروس البحر ١١٢)

- ذ -

Enteropneusta	ذوات المعى التنفسية والنصف جليات، ٣٦٦، ٣٢
Tail,	ذيل ٨
musculature of	عضلات الذيل ٣٠٩ - ٣١١
in section	قطاع في الذيل ١٣
Urohypophysis	ذيل الجسم السفلى - ذيل نخاعي ٦٢٠
Urochordata	ذيل جليات ٢٧ - ٣٢، ٦٢٦
Caudal	ذيلي ١٦
fin	زعانف ذيلية ٢١٨ - ٢٢٤
muscles	عضلات ذيلية ٣٠٨ - ٣١١
region	منطقة ذيلية ٨

of backbone	للعمود الفقاري ٢٠٤
Urodela	ذيليات ٦٣٠ ، ٧٩
blood vessels of	الأوعية الدموية في الذيليات ٤٥٨

— ر —

Lung	رئتان ٢٧٨ — ٢٨٨
alveoli	حجيرات رئوية ٢٨٢
in birds	الرئتان في الطيور ٢٨٢ - ٢٨٤
in fishes	الرئتان في الأسماك ٢٨٠ - ٢٨٣
early	بداية الرئتان ٦٥
in lower tetrapods	الرئتان في الأربع قدميات الدنيا ٢٨٢ - ٢٨٤
in mammals	الرئتان في الثدييات ٢٨٣ - ٢٨٨
origin	منشأ الرئتان ٢٨٠ - ٢٨٣
situation in body cavities	مكان الرئتان في تجويف الجسم ٢٣٨ - ٢٤١
structure	تركيب الرئتان ٢٧٨ - ٢٨١
versus swim bladder	رئتان عكس مثانة الغوم ٢٨٢
Head	رأس ٨
blood supply to	الامداد الدموي إلى الرأس ٤٨١ ، ٤٨٣
kidney	كلية الرأس ٤٢٥
region, muscles of	منطقة الرأس وعضلاتها ٣٠٥ - ٣١٠
veins of	أوردة الرأس ٤٩١
Capitulum of rib	رأس الضلع ٢١٢
Vision	رؤية ٥٢٥ - ٥٣١
color	رؤية الألوان ٥٢٧
stereoscopic	رؤية مجسمة ٥٢٩

Primates	الرئيسيات ١٠٣ ، ١٠٥ ، ٦٣٤
Catarrhini	رئيسيات ذات الذيل القصير أو عديمة الذيل ٦٣٥
Falciform ligament	رباط منجلي ٣٣٧
Uterus	رحم ٤٤٨
Carpus	رسغ القدم ٢٣٨ ، ٢٤٥ - ٢٥٠
Tarsus	رسغ القدم ٢٣٨ ، ٢٤٩ - ٢٥٣
Neck	رقبة ٨
musculature of	عضلات الرقبة ٣٠٥ - ٣١٠
Stapes	ركاب ٥٣٩ - ٥٤٣ ، ٥٤٨
Herring. See Clupea	رنجة
Rhynchocephalia	رنكوسيفاليا (متنارية الرأس) ٦٣١ ، ٨٧
Amniota	الرهليات ٥١
egg of	بيض الrehليات ٨٣
gastrulation and membranes of	تكوين الجاسترولا والأغشية في الrehليات ١٤٠ - ١٤٤
Copulae of gill arches	روابط أو وصلات الأقواس الحشوية ٢٥٣
Rhea	روبا (نعام أمريكا الجنوبية) ٩٥
Rhodopsin	رودوبسين - الأرجوان البصري ٥٣٦
Rhombencephalon	المخ الخلفي ٥٨٨
Feathers	ريش ١٦٧ - ١٧١
contour	ريش غطائي ١٦٧ - ١٧١
down	ريش زغب ١٦٨ ، ١٦٩
filoplume	ريش خيطي ١٦٩
Pinfeather	ريش قلبي ١٦٩
Contour feather, see feather contour	ريشة غطائية

Filoplume	ريش وبرى أو شمرى ١٦٩
origin of	أصل أو نشأة الزعانف ٢٢٢-٢٢٥
radial elements	الناصر الشعاعية للزعانف ٢٢٠
supporting rays of	الأشعة المدعمة للزعانف ١٩٦

- ٣ -

Appendix, epididymis	زائدة، بريح ٤٤٠
testis	بريح الخصية ٤٤٠
vermiform	زائدة دودية ٤٠٦
Vermiform appendix	زائدة دودية ٤٠٦
Fin (s) basal elements	زعانف - العناصر القاعدية
	٢٢٢ - ٢١٩
fold theory	نظرية الثنية الزعنفية ٢٢٣ - ٢٣٤
median skeleton of	الهيكل الوسطى للزعانف ٢١٩-٢٢٣
anal	زعانف شرجية ٢١٩
caudal	زعانف ذيلية ٢١٨
paired	زعانف زوجية ٢٢٠
muscles of	عضلات الزعانف ٣١١
Heterocercal caudal fin	زعنفة ذيلية غير متساوية ٢٢١
Diphycercal caudal fin	زعنفة ذيلية متباعدة الفصين ٢٢١
Homocercal caudal fin	زعنفة ذيلية متناظرة ٢٢١
Anal fin	زعنفة شرجية ٢١٩
Down feathier	زغب ١٦٩
Albumins of blood	زلاليات الدم ٤٦٢
ULNA	زند ٢٢٧ ، ٢٤٤ ، ٢٤٥
Ulnare	زندى ٢٤٥
Reptiles	الزواحف ٤٨ ، ٤٩ ، ٨٣ - ٩٢
	٩٧ - ٩٩ ، ٦٣٠

age of	عمر الزواحف ٨٣، ٤٧، ٤٦
cerebral hemisphere of	النصف كريان المخيان في الزواحف
	٥٦٩
gastrulation in	تكوين الجاسترولا في الزواحف
	١٤٤ - ١٤٠
internal ear	الاذن الداخلية في الزواحف
	٥٤٦ - ٥٤٢
kidney of	الكلية في الزواحف ٤٢٩ - ٤٢٤
middle ear,	الاذن الوسطى في الزواحف
	٥٤٢ - ٥٣٩
poison glands of	الغدد السامة في الزواحف ٣٥٥
temporal fenestrae in	الفوهات الصدغية في الزواحف
	٢٧٧ - ٢٧٢
Ichthyosauria	الزواحف السمكية ٨٦
paddle of	مجاديف الزواحف السمكية ٢٤١
Scaphyrhynchus	زورقية الخطم - سكايفر تكس ٦٧٢

— س —

Interstitial fluid	سائل خلال ١٢٠ - ١٢٢
tissues of gonads	أنسجة المناسل الخلالية ٦٢٢، ٤٢٦
Neurohumor	سائل عصبي ٥٥٣، ٥٦٢، ٦١٩
Cerebrospinal fluid	سائل عني شوکی ٥٧٨
Feathers, rachis of	ساق الريش ١٦٨
RACHIS of feather	ساق الريشة ١٦٨
Salientia	ساليشيا ٦٢٩
Sauropterygia	ساوروبتريشيا ٨٧، ٦٣١
Saurischia	ساوريشيا ٦٣١

Tectum of midbrain	سَتر المخ الوسطى ٥٩٣، ٥٩٦، ٦٠٥
Stegosaurus	ستيغو سورس ٩٠
Sturgeon	ستيرجون ٧٢
Lizards	سحالي - ظايبا ٨٧
Meninges of brain	سحايا المخ ٥٦٥
Testudinata	سحليات ٦٣٠
Umbilicus of feather	سرة الريشة ١٦٨
Hilus of kidney	سرة الكلية ٤٢٩
Hypothalamus	السَريِر التَّحتاني ٥٩٣، ٥٩٧، ٦٠٤
Diencephalon	سَريِر المخ ٥٨٨
structure of	تَركيب سَريِر المخ ٥٩٦ - ٥٩٩
Thalamus	سَريِر المخ ٥٩٣، ٥٩٦، ٦٠٥، ٥٩٨
Inferior	سفلى ١٦
Synapsida	سفلية الحفرة (زواحف) ٦٣٠
Therapsida	سفلية الحفرة ٩٧
Turtles	السلاحف ٨٥، ٦٣٠
armor of	درع السلاحف ١٩٨
Salamanders	سلامندر ٧٩، ٨٤
skeleton of	المِكل العظمى للسلامندر ٢٠٩
Selachii	سلاحيات ٦٢٨
Phalanges of manus	سلاميات أصابع اليد ٢٣٨، ٢٤٥
of pes	سلاميات أصابع القدم ٢٥٢
Chelonia Chevrons, of vertebral column	سَلْحَناء ٢٢٧
Sympathetic chain	سَاحِلَة سِمْبَتَوِيَّة ٥٦٤
nervous system	جهاز عَصبي سِمْبَتَوِي ٥٦٠
Geologic time scale	سَلَم الحَقَب الجيولوجية ٤٥ - ٤٩

Scale media. See Cochlear duct.	سلم متر وسط
tympani and vestibuli	سلم طبلي وحوصلى ٥٤٤
Periosteum	سمحاق العظم ١٨٥
Paddlefish	سمك المجذاف (المواق) ٧٢
Tooth. See also Teeth	سن
germs	جرثومة السن ٣٥٢
plates	صفائح الأسنان ٣٥٥
Incus	سندان ٥٤٢
Amphioxus	سليم ٢٤ - ٢٨
blood vessels of	الأوعية الدموية في السليم ٤٥٥
body form in	شكل الجسم في السليم ١٥٠
cleavage and blastula formation in	التفاج وتكوين البلاستولا في السليم ١٣٠ - ١٣٦
endostyle	الإندوستيل أو القلم في السليم ٢٧
gastrulation in	تكوين الجاسترولا في السليم ١٣٦ - ١٤٢
neural tube development in	تكوين الأنبوبة العصبية في السليم ١٤٤
Mesodermal somite. See Somites	سوماتات (أو عقل) ميزودرمية
Cerebellar peduncles	سوماتات المخ ٥٩٦
Peduncles of cerebellum	سوماتات المخ ٥٩٦
Nervous impulse	سيال عصبي ٥٥٢
system	جهاز عصبي ١٠٠٥٩٠ - ٦٠٥
autonomic	جهاز عصبي ذاتي ٥٦٠ - ٥٦٥
central	جهاز عصبي مركزي ٥٦٤٠٥٤٩ - ٦٠٥
accessory elements	عناصر إضافية للأعصاب ٥٧٧

parasympathetic	عصب نظير السميتاوى ٥٦١
peripheral	أعصاب طرفية ٥٧٨-٥٥٥، ٥٤٩
structural elements	العناصر المكونة للأعصاب ٥٤٩-٥٥٦
sympathetic	أعصاب سميتاوية ٥٦١
visceral	أعصاب حشوية ٥٥٨-٥٦٢
Cytoplasm	سيتوبلازم ١٢١
Cephalaspis	سيفالاسبس ٥٦
Coelacanth	سيلاكينثيات (مجموعة الشوك) ٦٨
Celöm	سيلوم (تعريف الجسم) ١٢، ١٤٠
	١٥٠، ١٥٠-٢٢٣ - ٢٤١
development of	تكوين السيلوم ١٢٢ - ٢٣٦
in birds	السيلوم فى الطيور ٢٢٧ - ٢٤١
in mammals	السيلوم فى الثدييات ٢٢٧-٢٤١
Synaptosauria	سينابتوسوريا ٦٣٠

— ش —

Pygostyle	شاخس ذيلى ٢١١
Barb	شارب ١٦٩
Reticulum	شبكة ٤٠٣
Rete testis	شبكة خصوية ٤٥١
Retina	شبكة ٥١٩، ٥٢٥ - ٥٢٩
bipolar cells	خلايا الشبكية ذات القطبين ٥٢٦
cone cells	خلايا الشبكية المخروطية ٥٢٦
ganglion cells	خلايا الشبكية العنقودية ٥٢٦
rod cells	خلايا الشبكية العصوية ٥٢٦
Cassowary	الشبنم، الكازواري ٩٥٠

Steroids ١٨٢	ستيرويد باليمن العن ١١٧٠
Dendrites ١٨٣	شجرات ٥٥٥ dendrites
Arteries ١٨٤	عرايين ١٢ ٤٧٠ - ٤٨٦
١٨٤	٥٠٨
aortic arches and derivatives ١٨٤	الأقواس الأورطية ومشتقاتها ٤٧٤
١٨٤	٤٨١
of body and limbs ١٨٥	الجسم والأطراف ٤٨١
in embryo ١٨٥	الأطوار في الجنين ٤٨١
١٨٥	٤٨١
of head ١٨٥	الشرايين في الرأس ٤٨١
Allantoic arteries ١٨٥	شرايين التورسية (بجنية) ٥٠٨
veins ١٨٥	أوردة التورسية (بجنية) ٥٠٨
Carotid arteries ١٨٥	عرايين سباتية ٤٧٦ - ٤٧٧
١٨٥	٤٨١
١٨٥	٤٨١
canal ١٨٥	قناة سباتية ٢٩١
duct ١٨٥	قناة سباتية ٤٧٧
Umbilical arteries ١٨٥	عرايين سباتية ٥٠٧
cord ١٨٥	حبل سباتي ١٥٢
veins ١٨٥	أوردة سباتية ٥٠٧
Vitelline arteries ١٨٥	شرايين عجة ٥٠٨
veins ١٨٥	أوردة عجة ٥٠٨
Internal carotid artery ١٨٥	العرايين السباتية الألى ٤٧٧ - ٤٨١
jugular vein ١٨٥	وريد ودجى داخل ٤٩٢
oblique muscle ١٨٥	عضلة منحرفة داخلية ٢٠٥
Shrews ١٨٥	شروم ١٠٢
Axillary artery ١٨٥	عرايين إبطى ٤٨١
Peroneal artery ١٨٥	العرايين الشطوى ٤٨١
Popliteal artery ١٨٥	العرايين الخاى ٤٨١

Celiac artery	شريان بطنى ٤٨١
Subclavian arteries	شريان تحت ترقوى ٤٨١
vein	وريد تحت ترقوى ٤٩٤
Orbital, artery	شريان حجاجى ٤٨١
cartilage of plate	غضروف أو صفيحة حجاجية ٢٢٦
region of braincase	المنطقة الحجاجية لحافظة المخ ٢١٤
Pulmonary artery	شريان رئوى ٤٧٧، ٤٧٨، ٥٠٨
fold	ثنيات رئوية ٣٢٩
recesses	الجويفات رئوية ٣٣٩
trunk of aorta :	جذع الأورطى الرئوى ٤٧٧
veins	أوردة رئوية ٤٨٧، ٥٠٨
Stapedial artery	شريان ركابى ٤٨١
External carotid artery	شريان سباتى خارجى ٤٨١
jugular vein	وريد ودى خارجى ٤٩٢
oblique muscle	عضلة منحرفة خارجية ٣٠٥
Femoral artery	شريان لخدى ٤٨١
Lingual artery	شريان لسانى ٤٧٧
Mesenteric arteries	شريان مساريق ٤٨٣
Ischiadic artery	شريان وركى ٤٨١
Arterioles	شريينات ٦٧٢
Fibulare	شظوى ٢٥١
Fibula	شظية ٢٢٧، ٢٤٥
Ray, (s)	شعاع ٦٢
gill	شعاع الخيشوم ٢٥٣، ٣٦٨
Bronchi	شعب — قصبات هوائية ٣٧٩
Hair,	الشعرة ١٧١ — ١٧٤
follicle	جراب الشعرة ١٧٢
matrix	منبت الشعرة ١٧٢

sheath of	غلاف الشعرة ١٧٢
Bronchioles	شعبية - قصبات هوائية ٢٨٢
Capillaries	شعيرات ١٧ ، ٤٧٠ ، ٤٧٢
Lepidocrichia	شعيرات الزعانف ١٩٦ ، ٢٢١
Lips	شفة ٣٤٥
Sulci of brain hemispheres	شقوق في النصف كبريان المخيان ٦٠١
Vibrissae	شوارب ١٧٣
Spine, on median fins	شوكه على الزعانف الفردية ٢١٩ ، ٢٢١
on paired fins	شوكه على الزعانف الزوجية ٢٢٤
Barbule	شوبرب ١٦٩

- ص -

Pigments, of hair	صبغات الشعر ١٧٤
of skin	صبغات الجلد ١٧٥ - ١٧٩
Visual pigments	صبغات بصرية ٥٢٧
Thorax	صدر ٨
Xiphiplastr	صدري حنجري ١٩٧
Conchae of nose	صدفة الأنف ٥١٦
Platelets of blood	صفائح الدم ٣١٣
Lamellae, gill	صفائح خيشومية ٣٦٨
Pygal plates	صفائح دبرية (ردفية) ١٩٧
Costal plates	صفائح ضلعية ١٩٧
Nuchal plates	صفائح قفوية ١٩٧
Marginal plates	صفائح هامشية ١٩٨
Bile	صفراء (مرارة) ٤٠٧
ducts	قنوات صفراوية ٤٠٨

tubles	أنابيب صفراوية ٤٠٨
Plantar aponeurosis	الضفاد الأمامية ٢١٨
Placode (s)	صفحة - بلاكود ١٤٥
of ear	بلاكود الأذن ٥٢٨
Plascia	صفحة أو لقطة ١٨٢ ٢٠١
Postneural plates	صفحة خلف عصبية ١٩٧
Dentinal lamina	صفحة شبه ٢٥٢
Lamina dentinal	صفحة عاجية (شبه) ٢٥١
Puboischadic plate	صفحة عانة وركبة ٢٣٠
Cribiform plate	صفحة صفوية ٢٨٦
Flasmobranchs	صفائح الحياشيم ٦٢٧
gestulation in	فكوى الجاسترولا في صفائح الحياشيم ١٤٢
Spiral valve of intestine	الفيلم وحنام (مخروطي في الأمعاء) ٤١٤
Valves in blood vessels	غشائيات أو صمامات في الأوعية ٤٧٤
of heart	صمامات القلب ٤٩٢
of Kerkring	صمامات كيرك رينج ٤٠٥
Kerkring valves of	صمامات كيرك رينج ٤٠٥
Gisterns chyl	صمامات الكيرك رينج ٥١٥
Gistern (s) perilymphatic	صمامات جيلامين ٥٤٢
Pinna of ear	صوان الأذن ٥٤٢
Molar (s)	ب - ض - ٢٥٩
Molar (s)	ب - ض - ٢٥٩
cupa nomenclature and pattern in mammals	تسمية التروحات وأنماطها في الثدييات ٢٦٢ - ٢٥٩

Osmosis	المنطق الأزموزي ١٢١
Frogs	الصفادع ٨٠، ٧٩
Tears	صفادع - علاجهم ٧٩
Auerbach's plexus	صفيرة أورباخ ٢٧٦
Plexus (es) Auerbach's	صفيرة أورباخ ٢٧٥
branchial	صفيرة خشومية ٥٥٨
choroid	صفيرة مشمة ٦٦٦، ٥٩٥، ٥٩٤
lumbosacral	صفيرة قطية عجزية ٥٥٨
Meissner's	صفيرة ميسنر ٢٩٥
myenteric	صفيرة الطبقة العظيمة للأمعاء ٢٩٥
of spinal nerves	صفيرة الحبل الشوكي ٥٥٨
Branchial plexus	صفيرة خشومية ٥٥٨
Myenteric plexus	صفيرة عظيمة معوية ٢٩٥
Lumbosacra plexus	صفيرة قطية عجزية ٥٥٨
Meissner's plexus	صفيرة ميسنر ٢٩٥
Ribs	ضلع ٢١٢ - ٢١٣
capitulum of	رأس الضلع ٢١٢
dorsal	ضلع ظهري ٢١٢
in fishes	الضلع في الأسماك ٢١١
sternal	الضلع قلبية ٢١٢
in tetrapods	الضلع في الأربع قدميات ٢١٠
in tetrapods	٢١٢ - ٢١٣
tuberculum of	الضلع في الأسماك ٢١١
ventral	الضلع في الأسماك ٢١١
Gastric	الضلع في الأسماك ٢١١
Sternal ribs	الضلع القلبية ٢١٢
Stemular teeth	الضلع في الأسماك ٢١١
	الضلع في الأسماك ٢١١

— ط —

Emu	طائر الإيمو ٩٥
Kiwi,	طائر الكيوى ٩٥
Embryo, germ Layers of	الطبقات الجرثومية في الجنين ١٦٠
	— ١٦١ —
Stratum corneum of skin,	طبقة الجلد القرنية ١٦٤
germinativum,	طبقة جرثومية ١٦٤
Germinative layer of epithelium	طبقة طلائية جرثومية ١٢٢
Spleen,	طحال ٤٦٧ — ٤٦٩
Tapetum lucidum of eye,	الطراز النير ، المتألق ، ٥٢٢
Mutations,	طفرات ١٨ ، ٢٠ ،
Epithelium (a)	طلائية ١٢٢ — ١٢٤
basement membrane,	الفشاء القاعى للطلائية ١٢٤
germinal,	طلائية جرثومية ٤٣٧
germinative layer,	طبقة طلائية جرثومية ١٢٤
pseudostratified,	طلائية مصنفة كاذبة ١٢٤
simple,	طلائية بسيطة ١٢٤
stratified,	طلائية مصنفة ١٢٤
transitional,	طلائية انتقالية ٤٣٤
types of,	أنواع الطلائية ١٢٤
Cardiac epithelium of stomach	الطلائية القلبية للعدة ٤٠٠
muscle,	عضلة قلبية ٢٩٥ — ٢٩٧
Esophageal epithelium of stomach	الطلائية الرئيسية للعدة ٤٠٠
Transitional epithelium,	طلائية انتقالية ٤٣٤
Germinal epithelium,	طلائية جرثومية ٤٣٧
Columnar epithelium,	طلائية عمودية ١٢٢

Fundus epithelium of stomach,	طلائية قاع المعدة ٤٩٠
Cuboidal epithelium,	طلائية مكعبة ١٢٣
Neurula,	الطور العصبي ١٤٤
Ichthyoptergia,	ظرفية الزواحف السمكية ٦٣١
Aves,	طيور ٩١، ٥١، ٤٩ - ٦٣٢، ٩٨
Birds,	طيور ٩١ - ٦٣٢، ٩٨
air sacs in	الأكياس الهوائية في الطيور ٣٢٧ - ٢٨٣، ٢٤١
celom in,	السلوم في الطيور ٢٢٧ - ٣٤١
cerebral hemispheres of	النصف كريمان المخيان في الطيور ٥٩٩
gastrulation in	تمكيز الجاسترولا في الطيور ١٤٠ - ١٤٤
Neornithes,	طيور حديثة ٦٣٢
Neognathous birds,	طيور حديثة الفك ٦٣٢، ٩٤
Archaeornithes,	طيور قديمة ٦٣٢
Odontognathae,	طيور مسنة ٦٣٢

- ظ -

Dorsal,	ظهرى ١٥
aorta,	الأورطى الظهرى
column of spinal cord,	العمود الظهرى للحبل الشوكى ٥٧٩ - ٥٨١
fins,	زعانف ظهرية ٢٢٠
ribs,	ضلوع ظهرية ٢١١
root of spinal nerve,	الجذر الظهرى للمصب الشوكى ٥٥٢ - ٥٥٨
veins,	أوردة ظهرية ٤٩١ - ٤٩٥
vertebrae,	فقرات ظهرية ٢٠٦

- ع -

- Pubis** عانة ٢٢٩
- Puboischiofemorals
externus muscle,** عانة روكي غنى - عضلة خارجية ٢٢٠
- internus muscle,** عضلة أنسية (داخلية) ٢١٨
- Synsacrum,** عجز مركب ٢٠٨
- Lens of eye,** عتسة العين ٥٢٩ ، ٥٢٢ - ٥٢٤
- Edentata** عذبة الأسنان ٢٤٠ ، ١١٣
- Apoda,** عذبة الأقدام - لا قدميات ٧٩ ، ٢٢٠
- Sirenia,** عرائس البحر (سيريانيا) ١١٢ ، ٦٢٩
- Sagittal crest,** عرف سبي ٢٧٨
- section on plane,** قطاع سبي أو مستوى سبي ١٥
- Ridges friction,** عرف - فرك - ذلك ١٦٦
- genital,** عرف قاسلي ٤٢٦
- Nerve(s). See also under
names of individual nerves,** عصب
- branchial,** عصب خيشوي ٥٧٠ - ٥٧٤
- cell, structure of** خلية عصبية (تركيبها) ٥٥١
- components,** مكونات العصب ٥٥٩
- cord, See also spinal cord,** حبل عصبي ١٠
- in leeches, worms,** الأعصاب في دودة البلوط ٢٢
- in Amphioxus** الأعصاب في السهم ٢٤ ، ٢٥
- in tunicates,** الأعصاب في التلاليات ٢٨
- cranial,** عصب عني ٥٦٤
- fiber (s),** ألياف عصبية ٥٥١ - ٥٥٤
- growth** نمو الأعصاب ٥٥٧ - ٥٥٩

lateral line	أعصاب الخط الجانبي ٥٧٠
roots,	جذور الأعصاب ٥٥٦
spinal	أعصاب شوكية ٥٥٦ - ٥٦٠
Accessory nerve,	عصب إضافي ٥٦٥ ، ٥٧٢ ، ٥٧٥
Vagus nerve,	العصب الحائر ٥٦٥ ، ٥٧٢ ، ٥٧٥
Trochlear nerve,	عصب بركري ٥٦٥ ، ٥٧٢ ، ٥٧٥
Trigeminal nerve,	عصب ثلاثي ٥٦٥ ، ٥٧١ ، ٥٧٢
Acoustic nerve,	عصب سمعي ٥٦٥ ، ٥٧٠ ، ٥٧٢
Profundus nerve,	عصب قاع ٥٧٠ ، ٥٧١
Glossopharyngeal nerve,	عصب لسان لمعي ٥٦٥ ، ٥٧٢
Abducent nerve,	عصب بصر ٥٦٥ ، ٥٧٢ ، ٥٧٥
Oculomotor nerve,	عصب محرك العين ٥٦٥ ، ٥٧٢ ، ٥٧٥
Ophthalmicus profundus nerve,	عصب عيني عميق ٥٧١
Terminal nerve,	عصب نهائي ٥٧١
Ordovician period,	العصر الأوردو فيسي ٤٧ ، ٤٨
Permian period,	العصر البرمي ٤٧
Triassic period,	العصر الترياسي ٤٧
Tertiary period,	العصر الثالث ، الثلاثي ٤٦
Jurassic period,	العصر الجوراسي ٤٧
Cenozoic era,	العصر الحديث - عصر الحياة الحديثة ٤٦ - ٤٩
Devonian period,	العصر الديفوني ٤٧ ، ٤٨
Cretaceous period,	العصر الطباشيري ٤٧
Carboniferous period,	العصر الكربوني ٤٧

Muscle(s). See under names of individual muscles,	عضلات
of appendages,	عضلات الأطراف ٣٠٠ ، ٣١١ ٣٢٢ -
axial,	عضلات محورية ٣٠٠ ، ٣٠١ - ٣١٠
branchial,	عضلات خيشومية ٣٠٠ ، ٢٢٢ ٣٢٩ -
cardiac,	عضلات قلبية ٢٩٦
classification,	تصنيف العضلات ٢٩٨ - ٣٠٠
of diaphragm	عضلات الحجاب الحاجز ٣٤١
epaxial,	عضلات فوق محورية ٣٠٣
of eyeball,	عضلات مقلة العين ٢٩٩ ، ٣١٠
of eye lens,	عضلات عدسة العين ٥٢٤
of eyelids,	عضلات جفون العين ٥٣٠
facial,	عضلات الوجه ٣٢٠ - ٣٣١
fibers of iris,	ألياف عضلة القرنية ٥٢٢
of hair,	عضلات الشعر ١٧١
of hyoid arch,	عضلات القوس اللامية ٣٢٦
hypaxial,	عضلات تحت محورية ٣٠٥ - ٣٠٦
hypobranchial,	عضلات تحت خيشومية ٣٠٩
jaw,	عضلات الفك ٢٢٧ - ٣٢٩
Limb,	عضلات الطرف ٣١١ - ٢٢٢
of neck,	عضلات الرقبة ٢٠٦ - ٣٠٩
skin,	عضلات الجلد ٢٢٩ - ٣٢١
smooth,	عضلات غير مخططة (ملساء) ٢٩٥ ، ١٢
somatic,	عضلات جسمية ٢٩٩
spindles,	عضلات منزلية ٥١١

striated	عضلات مخططة ١٢ - ٢٩٦ - ٢٩
of tail,	عضلات الذيل ٣٠٩ - ٣١١
of throat,	عضلات الحلق ٣٠٩
trunk,	عضلات الجذع ٣٠١ - ٣٠٩
visceral,	عضلات حشوية ٢٣١ ، ٢٠٠
Gluteal muscles,	عضلات الإلية ٣٢١
Flank muscles,	عضلات الجانِب أو الخصر ٢٠٣
	٣٠٦ -
Throat, musculature,	عضلات الحلق أو لور ٣٠٩
region, epithelial bodies,	منطقة الحلق - الأجسام الطلائية
	٦٢٤
Branchiomic musculature,	العضلات الخيشومية
Smooth muscle,	العضلات اللسما أو الغير مخططة ١٢ ،
	٢٩٥
Intercostal muscles,	عضلات بين ضلعية ٣٠٥
Subcostal muscles,	عضلات تحت ضلعية ٣٠٥
Subvertebral musculature,	عضلات تحت فقارية ٣٠٥
Subarcual muscles,	عضلات تحت قوسية ٢٢٤
Hypaxial musculature,	عضلات تحت محورية ٣٠٤ - ٣٠٦
Somatic musculature,	عضلات جسمية ٣٠٠
motor nerves,	أعصاب حركية جسمية ٥٧٣
	٥٧٥ -
sensory nerves,	أعصاب حسية جسمية ٥٥٩ ،
	٥٦٦ ، ٥٦٩
Pterygoideus muscle,	عضلات جناحية ٢٢٩
Constrictor muscles,	عضلات عاصرة ٣٠٠
of branchial arches,	عضلات الأقواس الخيشومية
	العاصرة ٢٢٤

Coracobrachialis muscle	عضلات غراية خشومية ٢١٥
Coracoacromial muscles	عضلات غراية قوسية ٢٠٨
Epaxial musculature	عضلات فوق محورية ٢٠٢
Abductor muscles	عضلات مبعدة - باسطة ٢٠٠
Vasti muscles	عضلات متباعدة ٢١٨
Axial muscles	عضلات محورية ٢١١-٢٠٠، ٢٩٩
skeleton	هيكل محوري ١٩١، ١٩٧-٢١٢
Serratus muscles	عضلات مسنة ٢٠٨
Facial muscles	عضلات وحية ٢٢١
nerve	عصب وحي ٥٦٥، ٥٧٢
Gastrocnemius muscle	العضلة الترابية - عضلة طلي الناق ٢٢١
Dorsalis trunci muscle	عضلة الخدع الظهرية ٢٠٤
Obturator, externus muscle	العضلة الخارجية الباردة ٢٢١
fenestra of pelvis foramen	كرة الخوض للسودة ٢٢١
Sartorius muscle	الثقب المسدود ٢٢٠
Latissimus dorsi muscle	العضلة الحائطية ٢٢١
Teres major muscle	العضلة المربعة الظهرية ٢١٢
minor muscle	العضلة المربعة أو العنابية الكبرى ٢١٢
Quadriceps femoris muscle	العضلة المربعة أو العنابية الصغرى ٢١٢
Mylohyoid muscle	العضلة الخندية ذات الأربع رؤوس ٢١٨
Retractor bulbi muscle	عضلة الفكلامي - العنلامي ٢٢٨
of eyeball	العضلة القارضة لكمة العين ٢١٠
Preorbital muscle	العضلة العين الحنكيات ٢٢٢

Scapulohumeralis anterior muscle,	المعضلة الوجيهية الأمامية ٢١٤
Pronator muscle,	المعضلة الكابة ٢٠١
Omothyoid muscle,	المعضلة الكتي لامية ٢٠٨
Pyramidal muscle,	المعضلة الكونية الشكل ٢٢٢
Masseter muscle,	المعضلة للأضغنة ٢٢٩
Rectus abdominis muscle,	المعضلة للمستقيمة البطنية ٢٠٥
femoris muscle,	المعضلة المستقيمة الفخذية ٢٢١
muscles of eyeball,	المعضلة المستقيمة لمة العين ٢١١
Rhomboides muscle,	المعضلة المربعة ٢٠٨
Oblique muscles, of eyeball,	المعضلة المخرقة لمة العين ٢١١
of trunk,	المعضلة المخرقة الجذع ٢٠٥
Extensor muscle,	معضلة باسطة ٢٠٠
Supinator muscle,	معضلة باطحة ٢٠١
Intermandibular muscle,	معضلة بين فكية ٢٢٩
Interarcual muscle,	معضلة بين قوسية ٢٢٢
Infraspinatus muscle,	معضلة تحت الشفرة (الكشمية) ٢١٥
Subtemporal fossa,	معضلة تحت صدغية ٢٢٢
Subcoracoscapularis muscle,	معضلة تحت عرابي لوحية ٢١٢
Subscapularis muscle,	معضلة تحت لوحية ٢١٢
Iliacus muscle,	معضلة خرقية ٢٠٨
Cleidomastoid muscle,	معضلة حليمة يرقية ٢٢٢
Branchialis muscle,	معضلة جشورية ٢١٥
Deltoides muscle,	معضلة دالية ٢١٢
Biceps muscle,	معضلة ذات الرأسين ٢٢٠ ، ٢١٥
Triceps muscle,	المعضلة ذات الرؤوس الثلاثة ٢١٢
Digastric muscle(s)	معضلة ذات اللسان ٢٢٢
Caudifemoralis muscle,	معضلة ذيلية ٢١١

Levator muscle,	عضلة رافعة ٢٠٠
of branchial arches,	عضلة الأقواس الخيشومية الرافعة
	٢٢١
palatoquadrati muscle,	عضلة الخنك مريمى الرافعة ٢٢٧
palpebrae superioris muscle,	عضلة جفنية عليا دافعة ٢١١
scapulae muscle,	عضلة رافعة كتفية ٢٠٨
Iliofibularis muscle,	عضلة شظورية حرقفية ٢٢١
Pectoralis muscle,	عضلة صدرية ٢١٥
Temporalis muscle	عضلة صغية ٢٢٩
Psoas muscle,	عضلة صلبية ٢١٨
Superficial constrictor muscle,	عضلة عاصرة سطحية ٢٢٤
Sphincter colli muscle,	عضلة عاصرة عنقية ٢٢٧
muscle,	عضلة عاصرة ٣٠١
Pubotibialis muscle,	عضلة عانية قصبية ٢٢١
Puboischiotibialis muscle,	عضلة عانية وركية قصبية ٢٢١
Iliofemoralis muscle,	عضلة نخذية حرقفية ٢٢٠
Quadratus femoris muscle,	عضلة نخذية مربعة ٢٢١
Depressor mandibulae muscle	عضلة فككية خافضة ٢٢٧
muscle,	عضلة خافضة ٢٠٠
Adductor mandibulae muscle,	عضلة فككية (الحية) مقربة ٢٢٨
muscle(s),	عضلات مقربة ٣٠١
of branchial arches,	عضلات الأقواس الخيشومية
	٢٢٤
Surangular bone,	عضلات فوق زاوية ٢٩٢
Supraspinatus muscle	عضلة فوق شوكية ٣١٥
Supratemporal bone,	عضلة فوق صدغية ٢٦٣
Supracoracoideus muscle, ...	عضلة فوق غراية ٢١٥

Iliotibialis muscle,	عضلة قصية خرقية ٣٢١
Ambiens muscle,	عضلة محيطية ٣٢١
Striated muscle,	عضلة مخططة ٢٩٨ - ٢٩٦، ١٧٦، ١٢
Trapezius muscle,	عضلة مربعة منحرفة ٢٢٥
Gracilis muscle,	عضلة مرقية ٣٢١
Transverse muscle of trunk,	عضلة مستعرضة للجذع ٣٠٥
plane,	مستوى مستعرض ١٥
process,	توء مستعرض ٢٠١
septum,	فاصل مستعرض ٢٤١، ٢٣٥
Flexor muscle,	عضلة مقربة ٣٠٠
tibialis muscle(s)	عضلة قصية مقربة ٣٢١
Semimembranosus muscle,	عضلة نصف غشائية ٣٢١
Semitendinosus muscle	عضلة نصف وترية ٣٢١
Vomeronasal organ,	المض الميكيمي الأنفي ٣٥٣، ٣٤٦
Parapineal organ,	عضو جار صنوبري ٦٢٣
Jacobson's organ. See Vomeronasal organ,	عضو جا كويسون
Corti, organ of,	عضو كورتى ٥٤٥ - ٥٤٧
Heterotopic bones of cartilages,	العظام الشاذة في الغضاريف ٢٢٢
Coronoid bones,	عظام إكليلية ٢٩٢
process of mandible,	توء إكليلي الفك السفلي ٢٩٤
Pit organ(s) of lateral line system,	عضو حفري لجهاز الخط الجانبي ٥٣١
of snakes,	عضو حفري للثعابين ٥١٢
Pineal organ,	عضو صنوبري ٦٢٣، ٥٣١ - ٦٢٤
Splénial bones,	عظام طحالية ٢٩٢
Marsupial bones	عظام كبسية ٢٢٣

Parietal bone,	عظم جدارى ۲۶۲
cells of stomach glands,	خلايا جدارية لغدد المعدة ۴۰۰
foramen,	تقب جدارى ۲۶۲
organ,	عضو جدارى ۵۳۱
Pterygoid bone,	عظم جناحى ۲۶۴
Alisphenoid bone,	عظم جناحى وتدى ۲۹۰
canal,	قناة جناحية وتدية ۲۹۰
Obitosphenoid bone,	عظم حجاجى وتدى ۲۸۶
Palatine bone,	عظم خنكى ۲۶۴
Postorbital bone,	عظم خلف الحجاج ۲۶۲
Postparietal bone,	عظم خلف جدارى ۲۶۲
Angular bone,	عظم زاوى ۲۹۲، ۲۹۴
Sesamoid bones,	عظم سسمائى ۲۲۲
Tympanic bone,	عظم طبلى ۲۸۶
membrane,	غشاء طبلى ۵۴۱، ۵۴۶، ۵۳۹
Epipterygoid bone,	عظم فوق جناحى ۲۶۵، ۲۸۰
	۲۸۷، ۲۸۲
Presphenoid bone,	عظم قبل وتدى ۲۸۶
Prearticular bone,	عظم قبل مفصلى ۲۹۲
Supraoccipital bone,	عظم قذالى علوى ۲۶۵
Squamosal bone,	عظم قشرى ۲۶۴
Basioccipital bone,	عظم مؤخرى قاعدى ۲۶۵
Quaternate bone,	عظم مربعى ۲۶۴
Articular bone	عظم مفصلى ۲۹۱، ۹۴، ۲۴۲
Parsphenoid bone,	عظم وتدى ۲۶۵
Sphenoid bone,	عظم وتدى ۲۸۵
Basisphenoid bone,	عظم وتدى قاعدى ۱۹۰
Quadratojugal bone,	عظم وجنى مربعى ۲۶۴

Entotympanic bone,	عظمة الطبلة الداخلية ٢٨٦
Opisthotic bone,	عظمة خلف أذنية ٢٦٦
Lacrimal bone,	عظمة دمعية ٢٦٣
duct,	قناة دمعية ٥٣٠، ٢٦٣
glands,	غدة دمعية ٥٣٠
Temporal bone,	عظمة صدغية ٢٨٦
fenestrae,	فتوح العظمة الصدغية ٢٧٢ - ٢٨٠
Prefrontal bone,	عظمة قبل جبهة ٢٦٢
Ossicles, weberian,	عظيات فير ٥٢٩
Weberian ossicles,	عظيات فير ٥٢٩
Calcaneum,	عقب ٢٥٠
Ganglia,	عقدة ٥٥٨، ٥٥٦، ٥٥٤، ٥٤٩
Postganglionic neuron of autonomic system,	العقدة الخلفية الخلية العصبية للجهاز العصبي الودي ٥٦٠
Preganglionic of autonomic system,	العقدة القبلية للجهاز العصبي الذاتي ٥٦١
Paraganglia,	عقدة جنسية ٦١٩
Node of Ranvier,	عقدة رانفيير ٥٥٢
Ranvier, node of,	عقدة رانفيير ٥٥٢
Henle, loop of,	عقدة هنل ٤١٧
Loop of Henle,	عقدة هنل ٤١٧
Volume-surface relations,	العلاقة بين السطح والجسم ٢١
Embryology,	علم الأجنة ١٢٧ - ١٦١
developmental mechanics,	ميكانيكية التكوين ١٥٦ - ١٥٩
relation to phylogeny,	علاقة علم الأجنة بتاريخ النوع ١٥٨ - ١٦١

Superior,	علوى ١٦
Vena cava. See Anterior vena cava,	وريد أجوف علوى
Columella of ear,	عمود الأذن — عومود الأذن
Radial elements of fins,	عناصر الأشعة للزعانف ٢١٨
Opercular elements, muscle,	عناصر الغطاء ١٩٦ عضلة الغطاء ٥٤٧
Arachnids,	عناكب ٣٨ — ٤٠
Trabeculae,	عوارض أو حواجز ٢١٧
Pyloric ceca, epithelium of stomach,	عُود بوابية ٤٠٥ طلائية المعدة ٣٩٩ ، ٤٠٠
Eye,	عين ٥١٧ — ٥٢٢
accessory structures,	تراكيب العين الإضافية ٥٢٩
accomodation,	تكيف العين ٥٢٣ — ٥٢٤
anterior chamber,	الفرع الأمامية للعين ٥٢٤
aqueous humor,	الخلط المائى فى العين ٥٢٤
blind spot,	البقعة العمياء فى العين ٥٢٨
cavities,	تجاويف العين ٥٢٤
choroid,	مشيمة العين ٥١٩ ، ٥٢٢
ciliary body,	الجسم الهدبى فى العين ٥٢٠ ، ٥٢٣
conjunctiva,	الملتحمة ٥٢١
cornea,	القرنية ٥١٩ ، ٥٢٠
development,	تكوين العين ٥٢٠
iris,	قرحية العين ٥١٩ ، ٥٢٢
lens,	عدسة العين ٥١٩ ، ٥٢٢ — ٥٢٣
lids,	جفون ٥٣٠
median	عيون وسطية ٥٢٠ — ٥٢٢
nictitating membrane,	غشاء رامش ٥٣٠

posterior chamber,	الغرفة الخلفية للعين ٥٢٤
pupil of,	إنسان العين ٥١٩
retina	شبكة العين ٥١٩ ، ٥٢٥ - ٥٢٧
sclera,	صلبة العين ٥١٩ ، ٥٢٠
tapetum lucidum,	الطراز المتألق ٥٢٢
vitreous humor,	الخلط الزجاجي ٥٢٤
Median eyes,	عيون وسطية ٥٢٩ - ٥٢٢

- غ -

Tubular gland,	غدة أنبوبية ١٢٥
Intermaxillary gland,	غدة بين فكية ٣٤٨
Submaxillary gland,	غدة تحت فكية ٣٤٨
Sublingual gland	غدة تحت لسانية ٣٤٨
Thymus gland,	غدة تيموسية ٣٨٨ - ٣٩٠
Parathyroid gland,	غدة جارات الدرقية ٦١٤ - ٦١٥
Alveolar gland,	غدة حويصلية (شكل ٥١) ١٢٥
Preen gland,	غدة دهنية ١٧٥
Shell gland,	غدة قشرية ٤٤٨
Adrenal gland, cortex of	غدة كظرية ، قشرة الغدة الكظرية
	٦١٧ - ٦١٩
medulla of,	نخاع الغدة الكظرية ٦١٩ - ٦٢٠
Rectal gland,	غدة مستيمية ٤٠٥
Pituitary gland,	غدة نخامية ٥٩٧ ، ٦٠٨ - ٦١٤
hormones,	هرمونات الغدة النخامية ٦١٢
	٦١٤ -
Parotid gland,	غدة نكفية ٣٤٨
Glands,	غدد

of gut,	غدد المعى ٢٩٦
of mouth,	غدد الفم ٢٤٨ - ٢٢٦
of pharynx	غدد البلعوم ٢٨٨ - ٢٩٠
salivary,	غدد لعابية ٢٤٨
of skin,	غدد جلدية ١٧٤ - ١٧٥
types of,	أنواع الغدد ١٢٤
Sweat glands,	غدد العرق ١٧٥
Bruner's glands,	غدد برونر (شكل ٢٥٠) ٣٩٥
Pharyngeal glands	غدد بلعومية ٢٨٨ - ٢٩٠
teeth,	أسنان بلعومية ٣٥٠
Bulbo-urethral glands,	غدد بولية بصيلية (شكل ٢٨٩) ٤٤٩
Mammary glands,	غدد ثديية ١٧٥ - ١٧٦
ridges,	حواف ثديية ١٧٦
Granular glands,	غدد حبيبية ١٧٣
Vesicular gland,	غدد حويصلية ٤٥٣
Sebaceous glands,	غدد دهنية ١٧٥
Exocrine glands,	غدد ذات قنوات (قنوية) ١٢٦
Poison glands,	غدد سمية ١٧٤
of reptiles,	غدد الزواحف السمية ٣٤٩
Prostate gland,	غدة البروستاتا ٤٥٣
Endocrine glands,	غدد صماء ١٢٤ ، ٦٠٧ - ٦٢٤
Cowpor's glands,	غدد كوبر
Salivary glands,	غدد لعابية ٣٤٨
Lieberkuhn's glands,	غدد ليبركن ٣٩٥ (شكل ٢٥٠)
Mucous glands,	غدد مخاطية ١٢٥ ، ١٧٤
Neuroglia,	غذاء عصبي ٥٧٧
Coracoid,	غرابي ٢٢٨

plate,	صفحة غراية ٢٢٨
Nictitating membrane of eye,	الغشاء الرامش العين ٥٣٠
Arachnoid membrane of brain,	الغشاء العنكبوتي للبخ ٥٧٧
Membrane, basilar,	الغشاء القاعدي ٥٤٤ ، ٥٤٦
cell,	غشاء الخلية ١٢٠
internal elastic	غشاء داخلي مرن ٤٧٣
pleuroperitoneal,	غشاء بللوري تاموري ٢٤١ ، ٢٣٧
semipermeable,	غشاء بللوري بريتوني ٢٤١
tympanic. See Tympanic	غشاء نصف نفاذ ١٢٢
membrane,	غشاء سمعي
Basement membrane of	الغشاء القاعدي للطلائية ١٢٣
epithelium,	
Choroid coat of eye,	الغشاء المشيمي للعين ٥١٩ ، ٥٢٣
plexus,	شفاير مشيمية ٥٢٠ ، ٥٩٤
	٥٩٧
Perichondrium,	الغشاء المغلف للغضروف ١٨٤
Pleuroperitoneal membrane,	غشاء بللوري بريتوني ٢٤١
Basilar membrane,	غشاء قاعدي ٥٤٥ ، ٥٤٦
papilla,	حلبة قاعدية ٥٤٢ ، ٥٤٤ ، ٥٤٥
Pleuropericardial membrane,	غشاء بللور تاموري ٢٣٧
Tracheal cartilages,	غضاريف قصية ٢٥٨
Cartilage(s),	غضروف (غضاريف) ١٣ ، ١٨٥
	١٨٧ -
calcified,	غضروف متكلس ١٨٤ ، ١٨٨
elastic,	غضروف مرن ١٨٥
in endochondral bone,	غضروف في العظم الداخلي ١٨٧
	١٨٨ -
fibrous	غضروف ليفي ١٨٥

hyaline,	غضروف زجاجي ١٨٤
mandibular,	غضروف فكي ٢٩١ ، ٢٥٦
palatoquadrate,	غضروف حنك مربعي ٢٦٦ ، ٢٥٦
parachordal,	غضروف جارحلي ٢١٦
tracheal,	غضروف قصبي ٢٥٨
Palatoquadrate cartilage,	غضروف حنك مربعي ٢٦٥ ، ٢٥٦
Xiphisternum,	غضروف سيني - قصي حنجري ١٦٨
Fibrocartilage,	غضروف ليفي ١٨٥
Elastic cartilage,	غضروف مرن ١٨٥
connective tissue,	نسيج ضام مرن ١٨٥
fibres,	ألياف مرنة ١٨٥
membranes of blood vessels,	الأغشية المرنة للأوعية الدموية
Meckel's cartilage, See	٤٧٣ ، ٤٧٢
Mandibular cartilage,	غضروف فكي
Parachordal cartilages	غضروفان جارحليان ٢١٦
Operculum, in amphibians,	غطاء الخياشيم في البرمائيات ٣٧٦
of amphibian ear,	غطاء الخياشيم في أذن البرمائيات
	٥٤٦
in bony fishes,	غطاء الخياشيم في الأسماك العظمية
	٢٧٤ ، ١٩٥
in chimaeras,	غطاء الخياشيم في الكيميرا ٣٧٠
Tegmentum of midbrain,	غطاء المخ الوسطى ٥٨٩ ، ٥٩٦
Neurilemma,	غلاف الليفة العصبية ٥٥١
Scleroid coat of eye,	غلاف صلبة العين ٥٢٠ ، ٥٢١ - ٥٢٢
Tunics of blood vessels,	غلاطات الأوعية الدموية ٤٧٢
of gut tube,	غلاطات أنبوبة الأمعاء ٣٩٦
Tunicates,	الثلايات ٢١ ، ٦٢٦
Myelin sheath of nerve fiber,	غمد الليفة العصبية النخاعي ٥٥٢

- ف -

Choana(e).	فتحة الأنف الخلفية أوقع ٢٦٠ ، ٥١٥ ، ٢٤٦
Pylorus of gut tract,	فتحة البواب البع المعوى ٢٩٤
Thyroid fenestra of pelvis, gland,	الفتحة الدرقية فى الحوض ٢٢١ ، غدة درقية ٦١٥
Femur	فخذ ٢٢٧ ، ٢٤٤
Interpterygoid vacuities,	فراغات بين جناحية ٢٦٥
Diastema in dentition	فرجة الأسنان ٢٦١
Perissodactyla,	فردية الأصابع ١٠٨ - ١١٠ ، ٦٣٧
Maxillary ramus of trigeminal nerve,	الفرع الفكى للعصب التوأى الثلاثى ٥٧١
Lobes of brain chemispheres,	فصوص الانصاف الكرية المخية ٦٠٠
Flocculi of cerebellum,	فصوص المخيخ التدفية ٥٩٥
Vertebrata,	الفقاريات ٦٢٦
Jawless vertebrates. See Agnatha,	فقاريات لافكية
Bulla, auditory	فقاعة سمعية ٢٨٦
Auditory bulla,	فقاعة سمعية ٢٨٦
meatus, external	صياح الأذن الخارجية ٢٩١
internal	صياح الأذن الداخلية ٢٩١
ossicles,	عظيات سمعية ٥٤٢ ، ٥٤٦ - ٥٤٨
Vertebrae(e)	فقرات ١٩٧ - ٢١٢
acelous,	فقرة عديمة التقعر ١٩٩
in amniota	الفقرات فى الرمليات ١٩٨
in a amphibians	الفقرات فى البرمائيات ٢٠٥ - ٢٠٧

amphicelous	فقر مقعرة الوجهين ١٩٩
in anamniotes,	الفقرات في اللارمليات ٢٠١-٢٠٧
arch bases in,	قاعدة الأقواس في الفقرات ٢٠٣
atlas-axis complex	مركب: فبق محوري ٢٠٨
centrum of	جسم الفقرة ١٩٩ ٢٠١٠ - ٢٠٥
	٢١١
in fishes	الفقرات في الأسماك ٢٠١ - ٢٠٤
neural arch and spine of	القوس العصبي والشوكة في الفقرات .
	٢٠٠ - ٢٠٢
opisthocelous	فقرات محدبة من الخلف ومقعرة
	من الأمام ١٩٩
in primitive tetrapods	الفقرات في الأربع قدميات البدائية
	٢٠٣
procelous	فقرات أمامية التجريف ١٩٩
regional variation in	اختلاف المناطق في الفقرات ٢٠٦
Acelous vertebrae	فقرات عديمة التتمير ١٩٩
Anamniotes, vertebrae in,	الفقرات في اللارمليات ٢٠١ - ٢٠٦
Amphicelous vertebrae	فقرات مقعرة الوجهين ١٩٩
Presacral vertebrae,	فقرة قبل عجزية ٢٠٦
Procelous vertebrae	فقرة متقدمة التتمير ١٩٩
Opisthocelous vertebrae,	فقرة محدبة من الخلف ومقعرة من
	الأمام ١٩٩
Axis vertebra,	فقرة محورية (الفقرة الثانية) ٢٠٨
cylinder of nerve fiber	الاسطوانة المحورية لليفة عصبية ٥٥١
Mandible	الفك الأسفل - الضب ٢٩١ - ٢٩٤
Jaw(s), evolution of,	فكوك - تطور الفكوك ٥٧ ، ٢٥٦ -
	٢٥٧
lower,	الفك الأسفل ٢٩١ - ٢٩٤ *

musculature of,	عضلات الفك ٣٢٥ - ٣٢٩
suspension of,	تعلق الفك ٢٥٦
Maxilla,	فكي (عظم) ٢٦٣
Premaxilla,	فكي أمامي (عظم) ٢٦٣
Hyomandibular,	فكي لامي ٢١٤ ، ٢٥٦
becomes stapes,	الفك لامي يصبح ركابا ٥٤٣
Gnathostomes	الفكيات ٥١ ، ٥٧
Mouth	فم ١١ ، ٢٤٢ - ٣٦٥
boundaries,	حدود الفم ٢٤٥
development	تكوين الفم ٢٤٢ - ٢٤٦
glands,	غدد الفم ٢٤٧ - ٢٤٩
Atlas vertebra	فهمة (الفقرة الأولى) ٢٠٨
Myocommata,	فواصل عضلية ٢١١ ، ٣٠٢
Phospholipids,	فوسفوليبيدز ١١٧
Epithalamus,	فوق السرير ٥٩٧
Epinephrine. See Adrenalin	فوق الكلبي
Epoophoron	فوق المبيض - خارج المبيض ٢٦٩
Epibranchial	فوق خيشومي ٢٥٣
Epistriatum	فوق مضطط ٦٠٠
Pholidota,	فوليدوتا ٦٤١
Fibrinogen	فيبرينوجين ٤٦٢
Vitamins,	فيتامينات ١١٩

- ق -

Basilbranchials	قاعدية خيشومية ٢٥٣
Biogenetic law	قانون الحياة ١٥٩
Law, biogenetic,	قانون الحياة ١٥٩
Prepubis	قبل عاني ٢٢٣

Procoracoid,	قبل غرابي ٢٢٨
Pes	قدم ٢٢٧ ، ٢٥٢
Utriculus	قربة - قربة ٥٣٤ - ٥٤٠
prostaticus	قربة البروستاتا (شكل ٢٨٢) ٤٤٠
Apes	قردة برمائيات ١٠٥
Platyrrhini	القردة فطس الأنوف ٦٣٤
Blastodisc	القرص الجرثومي ١٤٣
Cornua of hyoid	قرن القوس اللامية ٢٥٨
Ceratobranchials	قرني خيشومي ٢٥٣ - ٢٥٦
Ceratohyal	قرني لامي ٢٥٦
Cornea	قربة ٥٢٠ ، ٥٢١
Sharks,	قروش ٥٩
blood vessels of,	الأوعية الدموية في القروش ٤٧٩
braincase of	الحافظة المخية في القروش ٢١٣ -
	٢١٧
gill system in,	الجهاز الخيشومي في القرش ٣٦٧ -
	٢٧٢
skeleton of	الجهاز الهيكلية في القروش ٢٠٧
vertebrae of,	الفقرات في القروش ٢٠١ - ٢٠٣
Monkeys	قرود ١٠٥ - ١٠٦
Antlers	قرون ١٦٨
Horns,	قرون ١٦٥ ، ١٦٨
of spinal cord,	الحبل الشوكي ٥٧٩ ، ٥٨٠
Proximal	القريب ١٦
Triceratops,	تريسيراتوبس ٩٠
Iris,	قزحية - حدة ٥٢٠ ، ٥٢٢
Archipallium,	قشرة المخ القديمة (برنس فديم)
	٥٩٧ - ٥٩٩

Neocortex. See Neopallium,	قشرة جديدة - انظر برنس جديد
Cortex, cerebral	قشرة نخية ٥٩٨
Placodermi,	قشرية الجلد ٥٠، ٥١، ٥٩، ٦٢٧
Denticles, Dermal,	قشور سنّية - أدمية ١٩٥
denticles	قشور سنّية أدمية ١٩٥، ٢٥٠
roof of skull	سقف الجمجمة الأدنى ٢٦٠
	٢٦٢ - ٢٦٥، ٢٦٥ - ٢٨١
shoulder girdle	حزام كتفي أدنى ٢٢٤
skeleton,	هيكل أدنى ١٢، ١٩٣ - ١٩٨
Placoid scles,	قشور قرصية ١٩٥
Omosternum	قص كتفي ٢١٣
Tibia,	قصبة (عظم) ٢٢٧، ٢٤٥
Trachea,	قصبة هوائية ٢٥٨، ٢٧٩، ٣٨٧
Tibiale,	قصبي ٢٥٠
Carapace of turtle,	قصبة أودرع المالحفة ١٩٨
Epiplastra,	قصبة عليا (شكل ٩٩) ١٩٧
Penis	قضيب ٤٥٨
Parasagital section or plane;	قطاع سهمي جانبي ١٦
Somite(s) mesodermal,	قطعة جسمية ١٤٣، ١٤٩
Dermatome	قطعة جلدية ١٦٩
Myotome	قطعة عضلية ١٤٩
Myomeres	قطعة عضلية ٢٠١
Nephrotomes	قطعة كلوية أو نفرية ١٤٩، ٤٢١
Sclerotome,	قطعة هيكلية ١٤٨، ٢٠١
Heart(s)	القلب ١١، ٤٩٧
atrium of	أذن القلب ٤٩٧، ٤٩٩
development of double	تكوين دورة القلب المزدوجة
circuit,	٥٠١، ٥٠٠

embryonic development,	التكوين الجنيني للقلب ٥٠٢
lymph	قلب لغنى ٤٩٥
muscle of	عضلة القلب ٢٩٥ - ٢٩٧
primitive structure	تركيب القلب البدائي ٤٩٩ - ٥٠٠
sinoventricular system	جهاز جيبى-بطينى ٤٩٩
sinus, node of	قعدة جيبية فى القلب ٤٩٩
venosus	جيبى وريدى ٤٩٧، ٤٩٩، ٥٠١، ٥٠٠
valves of	صمامات القلب ٤٩٧
ventricle	بطين القلب ٤٩٥، ٥٠٠، ٥٠١
Infundibulum,	قعر ٦٠٨
of oviduct,	قعر قناة البيض ٤٤٨
Eustachian tube	قناة استاكوس ٣٦٥، ٥٣٩
Tear duct	قناة الدمع ٢٦٠
Pronephric duct	قناة الكلية الأولى ٤٢١
Endolymphatic duct	قناة الليف الداخلى ٥٣٤، ٥٣٦
sac	كيس الليف الداخلى ٥٣٤، ٥٣٦
Archinephric duct	قناة الكلية القديمة ٤٢١، ٤٢٢، ٤٣١ - ٤٣٣، ٤٥١
Duct(s), archinephric.	قناة، قناة الكلية القديمة
See Archinephric duct	
bile	قناة مرارية ٤٠٧
of Botalli. See Ductus	
arteriosus	قناة بوتالى
carotid	قناة شراية ١٧٢
cochlear	قناة قوقعة ٥٤٥
of Cuvier. See cardinal veins	
common,	قناة كيرفية
cystic	قناة حويصلية ٨٠٤
endolymphatic.	قناة الليف الداخلى ٥٣٥، ٥٣٦

hepatic	قناة كبدية ٣٣٩
of kidney system	قناة جهاز الكلية ٤٢٠ - ٤٢٣ ،
	٤٢٣ - ٤٣٠ ، ٤٢٤
lacrimal	قناة دمعية ١٨٨ ، ٥٣٠
mesonephric	قناة الكلية الوسطى ٤٢١
nasopharyngeal	قناة أنف بلعومية ٥١٧
perilymphatic	قناة حول ليمفية ٥٤٤
pneumatic	قناة هوائية ٣٧٧
pronephric	قناة الكلية الأولى ٤٢٠
thoracic	قناة صدرية ٤٩٦
urinary	قناة بولية ٤٣٣ - ٤٣٤
wolfian	قناة وولف ٤٢١
Mesonephric duct;	قناة الكلية الوسطى ٤٢١
Oviduct and derivatives, in	قناة المبيض ٤٤٧ - ٤٥٠
ammonoites	
in lower vertebrates	قناة المبيض في الفقاريات الدنيا ٤٤٥
infundibulum of,	قناة المبيض ٤٤٧
Central canal of testis	القناة المركزية في الخصية ٤٥١
nervous system	الجهاز العصبي المركزي ٥٤٩ ،
	٥٧٧ - ٦٠٥
vein of liver lobules	الوريد الوسطى في فصيصات الكبد ٤١٠
Nasopharyngeal duct	قناة أنفية بلعومية ٥١٦
Nasolacrimal canal	قناة أنفية دمعية ٢٩٠
Cochlear duct	قناة حلزونية ٥٤٦
Arterial duct, See ductus	قناة شريانية
-arteriosus	
Ductus arteriosus,	قناة شريانية ٤٧٨ ، ٥٠٨
Thoracic ducts	قناة صدرية ٤٩٨

region of backbone	منطقة الصدر في العمود الفقري ٢٠٦
Choledochal duct	قناة صفراوية ٥٣٦ - ٥٣٨
Cystic duct	قناة صفراوية (مرارية) ٤٠٧
Neurenteric canal	قناة عصبية معوية ١٤٤
Volkman, canal of	قناة فولكمان (شكل ٩١) ١٨٦
Hepatic duct,	قناة كبدية ٤٠٨
portal system,	جهاز كبدي بابي ٤٠٩ ، ٤٨٧ - ٤٨٩
veins,	أوردة كبدية ٤٨٧
Cerebral aqueduct	قناة مخية ٥٩٤
cortex	قشرة مخية ٥٩٦
hemispheres	نصف كرويان مخيان ٥٩٤ ، ٥٩٧ - ٦٠٣ ، ٦٠٤
peduncles	سويقات المخ ٥٩٦
Haversian canals	قناة هافرس ١٨٧
Digestive tract	قناة هضمية ٩ - ١١ ، ١٥ ، ١٩١ - ٤٠٨
in amphioxus	في السيم ٢٥
gut functions,	وظائف المعى ، تركيب وتكوين
structure and development	٢٩١
Pneumatic duct	قناة هوائية ٣٧٧
sinuses	جيوب هوائية ٥١٦
Wolfian duct	قناة وولف ٤٢١
Pathoheria	التندريات ٦٢٢
Astragalus	قنرعى - عظم الكعب ٢٥١
Pons	قنطرة ٥٩٤
Semicircular canals of ear	قنوات نصف دائرية أو حلالية ٥٣٥
Canals, semicircular, of ear	قنوات نصف حلالية في الأذن ٥٣٥

Canaliculi in dentine	قنات في الدنتين ٢٥٠
Lagena	قنبلة (في تركيب الأذن) ١٥٤٣٠٥٣٥
	٥٤٥
Skates	القوبع ٦٢
Batoidea	قوبعات ٦٢٨
Reflex arch	قوس انعكاس ٥٥٣ - ٥٥٦
Systemic arch	قوس جهازى ٤٧٧
Mandibular arch	قوس ضني أولي ٢٦٨
cartilage	غضروف التماس الضني ٢٥٦
	٢٩٤ - ٢٩١
ramus of trigeminal	فرع العصب التوامى الثلاثى ٥٧١
Neural arch	قوس عصبى ٢٠٠
crest	عرف عصى ١٤٤
fold	ثنية عصبية ١٤٤
plates	صفيحة عصبية ١٩٨
spine	شوكة عصبية ٢٠١
tube, formation of	تكوين الأنبوبة العصبية ١٤٤
Zygomatic arch	قوس وجنى ٢٧٦ - ٢٨٠
Cochlea	قوقمة (حلزون) ٥٥٨ - ٤٦١
Colon	قولون ٤٠٦
Gizzard	قوصة ٥٤٩
Cetacea	القيطسيات - الحوتيات ١١٣، ٦٣٩

ق -

Calyces of kidney	كؤوس الكلى ٤٣٠
Liver	كبد ٤٠٦، ١٠ - ٤١٠
ducts venosus	قناة وريدية

lobules, central vein	فضيصات الكبد، الوريد المركزي الوسطى ٤٠٩
plates of	صفائح الكبد ٤٠٩
Erythrocytes	الكرات الدموية الحمراء ٤٦٣ ، ٤٦٧ ، ٤٦٩
Carbohydrates in cells	الكربوهيدرات في الخلايا ١١٨
Polymorphonuclear leukocytes.	كرة بيضاء مشكلة النواة
See Granulocytes	
Epiphyses	كردوس - مشاشة ١٨٩
Rumen,	الكرش الأول ٤٠٢
Chromosomes	كروموسوم - صيغ ١٨٨
Leukocytes,	كريات الدم البيضاء ٤٦٣
Corpuscle(s), renal	كريات أو جسيمات بولية ٤١٣ ، ٤١٤ ، ٤١٧
sense	كريات حسية ٥١٠ - ٥١٢
Renal corpuscles	كريات بولية ٤١٣ ، ٤١٤ ، ٤١٧
Pelvis	حوض كلوى ٤٣٠
portal system	الجهاز السكلى الباطى ٤٣٠ ، ٤٩٣ - ٤٩٥ ، ٥٠٣ - ٥٠٦ ، ٥٠٥
Sense corpuscles,	كريات حسية ٥١٠ - ٥١٢
organs,	أعضاء حسية ٥٠٨ ، ٥٠٩ - ٥٤٨
simple types,	نماذج حسية بسيطة ٥٠٨ - ٥١٣
Granulocytes	كريات محبة - خلايا محبة ٤٦٣
Creatine,	كربامين ٤٠
Monocytes,	كرية كبيرة ٤٦٤
Radius,	كعبرة ١٣٧ ، ٢٤٤
Radiale,	كعبرى ٢٤٤

Cladoselache	كلادوسيلاك ٦١
Cladoselachii	كلادوسيلاكيات ٦٢٧
Clupea	كلوبيا (جنس من الأسماك) ٧٤
Nephridia	كلبي ١١، ١٩
in amphioxus	كلبي السويم ٤١٩
Kidney(s)	كلية ١١، ١٥، ١٣، ٤٣٢ - ٤٣٣
amniote,	كلية الزليات ٤٢٦ - ٤٣٧
development,	تكوين الكلية ٤٢٢ - ٤٢٥
anamniote opisthonephros	كلية اللارمليات الخلفية ٤٢٥ - ٤٢٨
blood supply	الإمداد الدموي للكلية ٤٢٩ - ٤٣٢
calyces,	كؤوس الكلية ٤٣٠
Capsule of tubule	حفظة أنبيوبة الكلية ٤١٤
head	كلية رأسية ٤٢٥
Hilus of,	سرة الكلية ٤٢٨
holonephros	كلية كاملة ٤١٨ - ٤٢٣
mesonephros	كلية وسطى ٤٢٢ - ٤٢٥
opisthonephros	كلية خلفية ٤٢٣ - ٤٢٥
pronephros	كلية أمامية ٤٢٢، ٤٢٥ - ٤٢٨
system ducts	جهاز قنوات الكلية ٤٢٠ - ٤٢٣، ٤٢٤، ٤٢٥، ٤٢٧
tubules	أنبيوبات الكلية ٤٣١، ٤٣٣، ٤٥٠ - ٤٥٣، ٤١٤ - ٤١٨
glomerulus,	جمع الكلية ٢١١
primitive structure,	تركيب الكلية البدائي ٤١٩
structure and functions,	تركيب ووظائف الكلية ٤١٣ - ٤٢٥

types,	أنواع الكلى ٤١٥ - ٤٢٠
Pronephros	الكلى الأولى ٤٢٢ - ٤٢٥
Opisthonephros	كلى خلفية ٤٢٣ ، ٤٢٥ - ٤٢٨
Birds, kidney of	الكلى فى الطيور ٤٢٩
lungs in	الرئات فى الطيور ٢٨٢ - ٢٨٤
middle ear	الأذن الوسطى فى الطيور ٥٤٢
neognathous	طيور حديثة ٩٤ ، ٩٧
palaeognathous	طيور قديمة ٩٤ - ٩٧
Metonephros	كلى متوسطة ٤٢٢ - ٤٢٥
Fenestra ovalis	كوة أو فتحة بيضية ٢٦٦ ، ٥٤٢
rotunda	كوة مستديرة ٥٤٤
thyroid	كوة درقية ٢٣١
Cotylosauria	كوتيلوسوريا ٧٤ ، ٦٢٠
Chorion	كوريون ١٥٢ ، ١٥٤
Cosmine	كوزمين ١٩٣
Cholesterol	كولسترول ١١٨
Keratin,	كيراتين ١٦٤
Bursa	كيس ٢١٦
Ovisac,	كيس البيض ٤٤٨
Omental bursa	كيس الثرب ٣٢٨
SAC (s) endolymphatic	كيس الليمف الداخلى ٥٣٤
perilymphatic	كيس حل ليمفى ٥٤٣ ، ٥٤٥
scrotal	كيس الصفن ٤٤٥
YOLK sac	كيس المح ١٤٠ ، ١٥٥ ، ١٥٨
Marsupials. See Metatheria.	الكيسيات
Metatheria	كيسيات ٩٩ - ١٠٢ ، ٦٢٣
Chyle	كيلوس ٤٩٦
Chyme	كيموس ٢٩١

Chimaeras	الكيميرا ٦٢٨ ، ٦٢٣
brain case of	حافضة مخ الكيميرا ٢١٨
gills in	الخياشيم في الكيميرا ٣٧٠
operculum in	غطاء الخياشيم في الكيميرا ٣٧٠
skeleton of	هيكل الكيميرا ٢١٨
teeth of	أسنان الكيميرا ٣٥٤
Sacculus	كيس ٥٣٤ ، ٥٤٠
Labyrinthodont(s),	لابريثودونت ٨١ ، ٦٢٩
tooth structure,	تركيب أسنان اللابريثودونت
	٣٥٥
Latin, use of in nomenclature	اللاتيني ، استعماله في التسمية ٢١ -
word endings in,	نهاية الكلمات في اللاتيني ٦٦٣
Anamniota	لارمليات ٥١
Notoungulata	اللاظلفيات ٦٣٦
Latimeria,	لاتيميريا ٦٨
Agnatha	لافتكيات ٥١ - ٦٢٦ ، ٥٩
Gymnophiona	اللاقدمات ٦٣٠
Tongue	لسان ٣٤٧
as olfactory organ in snakes	اللسان كمضو للشم في الثعابين
	٥١٧ - ٥١٦
Ptyalin,	لبابين - بتيالين ٣٤٨
Condyles, occipital	لقمة مؤخري ٢١٤ ، ٢٦٥ ، ٢٨٥
of skull	في الجمجمة ٢٨
Condylarthra	لقمة مفصلي ٦٣٦
Soft palate	لحاة ٣٤٦
Scapula	لوح - كتف ٢٢٨
blade of,	نصل اللوح ٢٢٧ - ٢٢٩
spine of,	شوكة اللوح ٢٢٨

Tonsils	اللوز ٣٦٥ ، ٤٦٧
Lepospondyls	ليوسبونديلاز ٨١ ، ٦٢٩
Lepidosteus	ليودوستيس ٧٣
Pike, gar. See Lepidosteus.	ليودوستيس - أبو نقار
Lepidosauria	لييدوسوريا ٦٣٠
Litopterna	ليتوبترلا ٦٣٦
Efferent nerve fibres	ليفة عصبية صادرة ٥٥٤
Lymph	ليمف ٤٩٥
hearts	قلوب ليفية ٤٩٥
nodes	عقد ليفية ٤٦٧
Endolymph	الليمف الداخلي ٥٣٥
Perilymph	ليمف خارجي - ليف محيط ٥٤٣
Lemurs	الليمور ١٠٤ ، ١٩٥ ، ٦٣٤

- م -

Exoccipital	مؤخرى خارجي ٣٦٦
White matter of spinal cord	المادة البيضاء للحبل الشوكي ٥٧٩ ، ٥٨١
Gray matter of spinal cord	المادة السنجابية في النخاع الشوكي ٥٧٩
Macropetalichthyida	ماكروبيتا ليكثيدا ٦٢٧
Mastodons	ماستودون - الحلى الإنسان ٦٣٩ ، ١١٢
Mammoths	المانوث ١١٢ ، ٦٣٩
Ovary	جبيض ١٢ ، ٤٣٨ - ٤٤٤
Cleithrum	مترس (كليتريم) ٢٢٧
Opussum	الماموث ١٠٠ ، ٦٣٣

Spiracle	متنفس ٢٦٩ ، ٣٧٢ ، ٣٧٤ ، ٥٣٩
Medial	متوسط ١٦
Bladder	مثانة
urinary	مثانة بولية ٤٢٣ - ٤٣٤ ، ٤٥٤ ، ٤٥٧
in fishes	في الأسماك ٤٢٣
in tetrapods	في رباعيات القدم ٤٣٤
Swim bladder	مثانة العوم ٣٧٦ - ٣٧٨
Air bladder of fishes	مثانة هوائية للأسماك
as hearing accessory	المثانة الهوائية كمعوض سمع إضافي ٥٣٩
Thecodontia	منقرذ الأسنان ٩٠ ، ٦٣١
Whale, paddle of	بجاذيف الحوت (شكل ١٣٤) ٢٤١
Urethra	مجرى البول - احتليل ٤٥٧ ، ٤٥٩
Cloaca	مجمع - مزرق للمجمع ٤٥٤ ، ١١ - ٤٥٩
fate in mammals	مصيره في الثدييات ٤٥٤ - ٤٥٩
in fishes	في الأسماك ٤٥٣ - ٤٥٤
in lower tetrapods	في رباعيات القدم الدنيا ٤٥٥
Heterophilic granulocytes	الخلايدات ٤٦٤
Eosinophilic granulocytes	عجات الأيوسين ٤٦٤
Bowman's capsule	عنقطة بومان (شكل ٢٦٦) ٤١٦
Syrinx	عنقن ٢٨٧
Axon	محور ٥٥٠
Brain	مخ ٥٨٣ - ٦٠٥
architecture	تركيب المخ ٥٨٣ - ٥٥٨
commisures	مقارن للمخ ٥٨٥
development	تكوين المخ ٥٨٥ - ٥٩٣

isthmus of	بزخ المخ ٥٨٨
meninges	سحايا المخ ٥٧٨
nuclei of	أنوية المخ ٥٨٥
reticular system	جهاز شبكي ٥٨٥
stem	ساق المخ ٥٨٨ ، ٥٩٣ ، ٥٩٨
dorsal and ventral	الاعدة الظهرية والباطنية ٥٩٤ ،
columns	٦٠٢
tracts	مسالك - مسارات ٥٨٥
ventricles of	بطينات المخ ٥٩٤
Prosencephalon	المخ الأمامي ٥٨٨ ، ٥٩٣
Myelencephalon	المخ اللاحق النخاعي ٥٩٤
Metencephalon	المخ المؤخرى ٥٩٤
Mesencephalon	مخ وسطى ٥٨٨
Midbrain, structures of	المخ الوسطى (تركيبه) ٥٩٦ - ٥٩٩
tectum of	ستر المخ الوسطى ٥٩٣ ، ٥٩٦
tegmentum of	غطاء المخ الوسطى ٥٩٣ ، ٥٩٦
Mucus	مخاط ١٢٥
Claws	مخالب ١٦٧
Paracone,	مخروط جانبي ٣٦٢
Paraconid	مخروط جانبي بالفك الأسفل ٣٦٢
Entoconid	مخروط داخلي ٣٦١
Conus arteriosus	مخروط شرياني ٤٩٧
Cerebellum	مخيخ ٥٩٣ ، ٥٩٥ - ٥٩٧
flocculi of	فصوص تدفئة في المخيخ ٥٩٥
Conule	مخروط ٣٦١
Trochanters of femur	مدورات الفخذ (عظم) ٢٤٤
GALLBLADDER	المرارة (حويصلة المرارة) ٤٠٧
Olecranon	مرفق ٢٤٤

Organic Compounds in cells	المركبات العضوية في الخلية ، ١١٧ ، ١١٩
Esophagus	مرى ، ١٠ ، ٣٩٤ ، ٣٩٧
Diplovertebron	مزدوجة الفقرات
Glottis	مرمار ، ٣٦٥ ، ٣٧٩
Tracts of brain	مسارات المخ ٥٨٤
of spinal cord	مسارات النخاع الشوكي ٥٨١
Mesenteries	مساريقا ١٥ ، ٣٣٤ ، ٣٣٧ ، ٣٣٨
Mesocardium	مساريقا القلب ٥٠٢
Subarachnoid space,	مسافة تحت غشائية ٥٧٨
Claspers of sharklike fishes	مساكات الأسماك الشبيهة بالقروش ٤٥٨ ، ٢٣٧ ، ٦٢
Proprioceptors	مستقبلات الحس الخاصة ٥١٠ ، ٥٠٩
Exteroceptors	مستقبلات خارجية ٥٠٩
Interoceptors	مستقبلات داخلية ٥٠٩
Rectum	مستقيم ٤٠٦
Mustelus	مستيلس (شكل ٢٢) ٦١
Planes of body	مستويات الجسم ١٥
Tabular	المسطوح (عظم) ٢٦٥
Proctodeum	مسلك شرجي ٣٩٤ ، ٤٥٣
Stomodeum	مسلك (مدخل) فى (شكل ٢٠٦) ٣٤٤
Metatarsals	مشط القدم ٢٣٨ ، ٢٥٢
Pecten of bird eye	مشط عين الطائر ٥٢٤
Metacarpals	مشط يديوات (أمشاط اليد) ٢٣٨ ، ٢٤٩ ، ٢٤٥
Placenta	مشيمة ١٠١ ، ١٣٦ ، ١٥٢
Factional terms.	مصطلحات موجهة ١٥ -- ١٧

Sphenethmoid bone	مصفوى (غربالى) وتدى ٢٦٦
Mesethmoid bone	مصفوى متوسط (غربالى م. سط) ٢٨٦
Serum	مصل ٤٦٢
Mallous	المعلقة ٥٤١
Phalangeal formula	معادلة السلاميات ٢٥٢، ٢٤٩
Dental formula	المعادلة السنية ٣٦٠
Stomach	معدة ٢٩٧، ١١ - ٤٠٢
cardiac region	المنطقة القلبية للمعدة ٣٩٩
chief cells	الخلايا الرئيسية للمعدة ٤٠٠
epithelium of	طلائية المعدة ٣٩٩ - ٤٠٣
esophageal epithelium of	طلائية المريء ٤٠٠
fundus region	منطقة القعر أو القعر للمعدة ٤٠٠
glands chiefs cells of	الخلايا الرئيسية لغدد المعدة ٤٠١
hormones of	هرمونات المعدة ٦٢٣
pyloric region	المنطقة البوابية للمعدة ٣٩٩
ruminant	معدة مجتر ٢٤٤
Ruminant stomach	معدة مجتر ٤٠١
Gut	معى (الاشكال من ٢٤٨ - ٢٦٤)
	٢٩٣ - ٤١١
development	تكوين المعى ٣٩٢ - ٣٩٣
enzymes in	الإنزيمات فى المعى ٣٩١ - ٢٩٣
food materials in	المواد الغذائية فى المعى ٣٩١ - ٣٩٣
functions	وظائف المعى ٢٩١ - ٣٩٣
glands of	غدد المعى ٣٩٤
pylorus of	البواب فى المعى ٣٩٤
regions of	مناطق المعى ٣٩٤

structure	تركيب المني ٣٩٤
Foregut	معى أمامى ٢.٤
Coprodeum	معى برازى ٤٥٥
Urodeum	معى بولى ٤٥٥
Hindgut,	معى خلقي ٣٩٤
Somatopleur e	منلف جسمى ٢٣٣، ١٤٩
Splanchnopleure,	منلف حشوى ١٤٩
Turbinals	المقائيل ١٥٦، ٢٨٦
Joints,	مفاصل ١٩١
Synarthrosis	مفصل ثابت - مفصل أهم ١٩١
Diathrosis	مفصل متحرك ١٩١
Telencephalon, See also Cerebral hemispheres	مقدم المخ ٥٩٣
Eyeball	مقلة العين ٥١٨
muscles of	عضلات العين ٣١١، ٣١٠
Osteoblasts	مكونات العظم ١٨٧
Conjunctiva of eye	ملتحمة العين ٥٢١
Multituberculata	ملتيتيور بركولاتا - عديدة الدورات ٦٣٣
Polyodon. See Paddlefish	الموراق (أنظر سمك الخداف)
Pyramidal tract	الممر الهرمى ٦٠١
Climatius	مناخى دكلياتيوس، (شكل ١٢٠)
Gonads	مناسل ١١، ١٥، ٤٣٥، ٤٣٦ - ٤٤٥
early development	التكوين المبكر للناسل ٤٣٦ - ٤٤٥
hormons of	هرمونات المناسل ٦٢١ - ٦٢٤
interstitial tissues	نسيج المناسل البينى ٤٣٧

Manatees,	المنطقة ٢٣٩
Backbone regions of	مناطق العمود الفقاري ٢٠٥ - ٢١١
Nares. See also Choana (e)	منخارا (منخران) ٢٦٢
Insertion of muscle,	مندغم أو ارتكاز العضلة ٣٠١
Land life, origin of,	منشأ الحياة على الأرض ٨٣ - ٨٤
Origin of a muscle	منشأ العضلة ٢
Sacral region of backbone	المنطقة العجزية للعمود الفقاري
	٢٠٦
ribs (s)	ضلوع عجزية ٢١٢
Cervical region of backbone	المنطقة العنقية في العمود الفقاري ٢٠٦
Precoracoid region of shoulder girdle	المنطقة القبل غرابية في الحزام الكتفي (شكل ١١٥) ٢١٢
Lumbar region of backbone	المنطقة القطنية من العمود الفقاري
	٢١٦
Area centralis of retina	المنطقة المركزية للشبكية ٥٢٧
Abomasum	منفحة - المعدة الرابعة للحيوانات المجتررة ٤٠٢
Vagina in amniotes	المهبل في الرهيات ٤٤٩
Moa	موا ٩٥
Food materials in gut	المواد الغذائية في المعى ٢٩١ - ٢٩٢
Myxine	ميجرين (شكل ١٦ ب) ٢٧٨
Myxinoidea	ميجرينويديا - مخاطيات ٦٢٧
Mesenchyme	مزنكيم (الحشو الأوسط) ١٥٠
Microsauria	ميكروزوريا ٦٣٠
Vomer	ميكمي (عظم) ٢٦٥
Melanin	ميلانين ١٦٤ ، ١٧٣
Enamel	مينا ٣٤٩
organ	عضو المينا ٣٥٢
Myosin	الميوسين - المصلين ٢٩٧

— ن —

Mastoid process	تنوء أو زائدة حليية ٢٨٦
Acromion	تنوء أخرى ٢٢٨
Odontoid process	تنوء سنى ٢١٠
Zygopophysis	تنوء نهري ٢١٠
Cusps of mammalian teeth	تنوءات أسنان الثدييات ٢٦١-٢٦٤
Medulla of adrenal glands	نخاع الغدة الجاركلوية (الكظر)
	٦١٧
oblongata	نخاع مستطيل ٥٩٤ - ٥٩٦
Neurohypophysis	النخامية العصبية ٦٠٩
Nephrogenic tissue	النسيج المكون الكلوية ١٤٩
Adipose tissue	نسيج دهنى ١٨٣
Connective tissue	نسيج ضام ١٨٢ - ١٨٤
of skin	النسيج الضام فى الجلد ١٧٦
Panniculus carnosus,	نسيجة لحمية ٢٣
Germ cells, origin of	نشأة الخلايا الجرثومية ٤٢٨ - ٤٤٠
layer(s) of embryo	طبقات الجنين الجرثومية ١٦٠ -
formation of	تشكل الطبقات الجرثومية ١٣٧ -
	١٤٩٠
Paroccipital process	تنوء جنبى قذالى ٢٨٥
Phylogeny in relation to	النشوء أو الأصل وعلاقته
ontogeny	بتكوين الفرد ١٥٩ - ١٦١
invertebrate	نشوء أو أصل اللاقناريات ٣٥ -
	٢٧
Hemichordata	النصفحلييات ٣١ - ٢٢٦، ٢٤

Hemibranch,	نصف خيشوم ٣٨٣
Hemipenes	نصف قضيب ٤٥٨
Hemispheres, cerebral. See Cerebral hemispheres	نصف كرياتان مخيان
Vane of feather	نصل الريشة ١٦٨
Ostrich	النعام ٩٥
Ratites	النعاميات ٩٥ - ٩٧
Holonephros	نفروس كامل ٤٢٠ - ٤٢٣
Nephron. See Kidney tubules	النفرون
Blind spot in eye	النقطة العمياء في العين ٥٢٨
Sperm transport	نقل الحيوانات المنوية ٤٥٠ - ٤٥٣
Nectridia,	نكتريديا ٦٣٠
Nucleus of cell	نواة الخلية ١٢٠
Nuclei, basal. See Basal nuclei	نواة قاعدية
of brain	نواة قاعدية في المخ ٥٨٥



Slime hag,	الحماح المخاطي ٥٤ ، ٥٢
Gastrointestinal hormones	الهرمون المعدي المعوي ٦٢٤
Gonadotrophic hormone	هرمون جوناډوتروفيين ٦٢١ - ٦٢٤
Hormones,	هرمونات ٦٠٧ - ٦٢٤
adrenal cortical,	قشرة الكظر ٦١٧ ، ٦١٩
medullary,	نخاع الكظر ٦١٩ - ٦٢٠
gastrointestinal,	معوية معوية ٦٢٣
gonadotrophic,	جوناډوتروفيك ٦٢١ - ٦٢٤
pancreatic	بنكرياسية ٦١٥ - ٦١٧

parathyroid	ـاردرقية ٦١٥
pituitary,	نخامية ٦١٢ - ٦١٥
Heterostraci	هيتروستراسى ٦٢٦
Skeleton	هيكل ١٨١ - ٢٥٨
appendicular	هيكل طرفى ١٩٢ ، ٢٢٢
axial	هيكل محورى ١٩٢ ، ١٩٨ - ٢٢٢
of bird	هيكل الطائر ٢٠٩
of chinaeras	هيكل الكيميزا ٢١٩
classification of elements of,	تصنيف عناصر الهيكل ١٠٢
dermal	هيكل آدمى ١٩٢ ، ١٩٢ ، ١٩٨
gill. See Gill skeleton.	هيكل الخياشيم
of mammal,	هيكل الثدييات ١٦٤
of primitive reptiles	هيكل اللواحف البدائية ٢٩
of salamander	هيكل السلامندر ٢٠٩
of shark	هيكل القرش ٢٠٧
somatic	هيكل جسمى ١٩١
tissues of	هيكل أنسجة ١٨٢ - ١٩٢
visceral	هيكل حشوى ١٩١ ، ٢٥٠
	٢٥٨
Cestracion, skeleton of	هيكل الستراكيون ٢٠٧
Hemoglobin,	هيموجلوبين ١٢ ، ٤٦٢
Hemicyclaspis	هيميسيكلاسدس (شكل ١٨ > ٥٥)

- و -

Hyracoidea,	وبريات ١١١ ، ٦٢٩
Laterosphenoid bone	وتدى جانبي (عظمة) ٢٨٥

Aponeurosis	الوتر العريض - الصفاق ٣٠١
in palm	في راحة اليد ٢١٧
plantar	الأخص - مختص بأخص القدم
	٢٢٢
Jugal	وجنى ٢٦٠
Nucleotides	وحدة الأحماض الأمينية ١١٨
Ischium,	ورك ٢٣٠
Venae cavae	وريد أحرف ٤٨٧، ٤٦١ - ٤٩٥
Subintestinal vein	وريد تحت معوى ٤٨٧، ٥٠٥،
	٥٠٨
Iliac vein,	وريد حرقى ٤٩٤
Precardinal veins.	وريد رئيسى أمامى
See Anterior veins.	
Innominate veins,	وريد لا إسمى ٤٧٠
Venules,	وريدات ٤٧٠
Foot pads	وسادات القدم ١٦٤
Commissures of brain	وصلات المخ - مقارن المخ ٥٨٤

— ى —

Manus	يد ٢٣٨ - ٢٤٤ - ٢٥٢
Furcula	يدس ٢٢٧
Bdellostoma	بدلوسوما ٥٢، ٥٤
Larvae,	يرقات ١٥٤ - ١٥٧
of acorn worms	يرقات ديدان البلوط ٣٩
of echinoderms,	يرقات الشوكيات ٢٩
of lampreys.	يرقات الجللى ٥٣
Eurypterids	عوريبتريدات ٣٨ - ٤٠

رقم الايداع ٤٣٦٤ / ١٩٧١

مطبعة النهضة

هذا الكتاب

عبرة من الانسان في تكوين جسمه وتركيبه . بل عبرة هو كل كائن حي في تكوينه وتركيب جسمه . يقف العلم مهاكنا شاعرا أمام الانسان منكس الرأس يدين له بالاجلال والمهابة كما يدين له بالولاء والانتماء .

ومع أن جميع الكائنات تشترك في هذا الاعجاز الا أنها تتفاوت من حيث البساطة والتعقيد .

وقد ندرج دراسة الانسان عبر الأزمان فإزدادت أعماقها عمقا واتسعت إمكانياتها فهي تشمل هذه الكائنات في تركيبها الداخلي والخارجي .

وهذا الكتاب بين يديك يصب أضواءه على كل مايتصل بعلم الحيوان بصفة عامة ويركز هذا الضوء على الفقاريات خاصة . فهو للمشغولين في هذا الميدان مرجع لا غنى عنه .

إنه كتاب لابد أن يقرأ



فبراير ١٩٨٥

الثلث

مطبعة النهضة مصر

